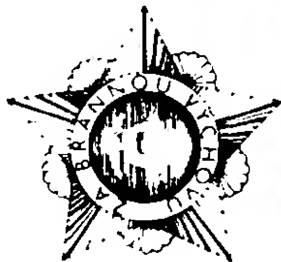
Amatérské RADIO

NOSITEL
VYZNAMENÁNÍ
ZA BRANNOU
VÝCHOVU
I. A II. STUPNĚ



ŘADA B PRO KONSTRUKTÉRY

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ
ROČNÍK XXXIII/1984 ● ● ČÍSLO 4

V TOMTO SEŠITĚ

AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydává ÚV Svazarmu ve vydavatelství NAŠE VOJSKO, Vladislavova 26, 133 66 Praha 1, tel. 26 06 51–7. Šéfredaktor ing. Jan Klabal, redaktor Luboš Kalousek, OK1FAC. Redakční radu řídí Ing. J. T. Hyan.
Redakce Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51–7, šéfredaktor linka 354, redaktor linka 353, sekretářka linka 355. Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 5 Kčs, pololetní předplatné 15 Kčs. Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil vydavatelství NAŠE VOJSKO, administrace Vladislavova 26, Praha 1. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS, ústřední expedice a dovoz tisku, závod 01, Kafkova 9, 160 00 Praha 6. Tiskne NAŠE VOJSKO, n. p., závod 08, 160 05 Praha 6, Vlastina ulice č. 889/23.
Za původnost a správnost příspěvku odpovídá autor. Návštěvy v redakci a telefonické dotazy pouze po 14. hodině. Číslo indexu 46 044.
Toto číslo má vyjít podle plánu 29. 7. 1984
© Vydavatelství NAŠE VOJSKO

KOMISE, SEKCE A RADY PO VII. SJEZDU SVAZARMU

VII. celostátní sjezd Svazarmu stanovil za hlavní směr činnosti organizace zabezpečení rozhodnějšího nástupu k masovějšímu a účinnějšímu branně výchovnému a ideově politickému působení mezi občany se zvláštním zřetelem na mládež.

Uskutečnění tohoto základního cíle sjezdu klade zvýšené nároky na kvalitu a účinnost politickovýchovné, branně výcvikové, branně technické a branně sportovní činnosti. Konkrétní úkoly pro rozvoj všech těchto činností jsou obsaženy ve sjezdové zprávě a přijaté rezoluci. Základní předpoklady k tomu vytváření i příslušné úpravy a změny ve stanovách přijaté VII. celostátním sjezdem Svazarmu.

Sledují další zvýšení efektivnosti práce orgánů Svazarmu a posílení jednotného řízení veškeré svazarmovské činnosti. S upevněním a zkvalitněním řízení a stylu práce orgánů stoupá i význam práce s dobrovolným aktivem a jeho výraznější kvalifikovaný a iniciativní podíl v politickovýchovné, branné a odborně metodické činnosti Svazarmu.

Poslání dobrovolného aktivu ve stanovách je vymezeno takto: „K zabezpečení úkolů mnohostranné činnosti organizace, ke studiu, rozpracování a plnění aktuálních úkolů, k jednotnému, kvalifikovanému a účinnému rozvíjení politickovýchovné, branně výcvikové, branně technické a branně sportovní činnosti si orgány Svazarmu podle své potřeby vytvářejí stálé komise, sekce a rady shodné s jejich funkčním obdobím. Komise, sekce a rady se schvalují na plenárních zasedáních jednotlivých orgánů Svazarmu. Obsah a metody jejich práce určují směrnice ÚV Svazarmu."

I. Působnost a úkoly stálých komisí

Komise se zpravidla vytvářejí k rozvoji politickovýchovné práce, vnitřního života a výstavby organizace, k práci se studující a pracující mládeží, využívání vědeckých a technických poznatků ve Svazarmu a k rozvoji materiálně technické základny. (Stanovy čl. 43.)

- Orgány Svazarmu si zřizují komise jako svůj poradní, iniciativní a kvalifikovaný aktiv.
- Komise se aktivně podílejí na objasňování a plnění sjezdové linie, usnesení vyšších a vlastních orgánů Svazarmu ve své oblasti působení.
- S využitím svých poznatků se podílejí na přípravě a zpracování materiálů, které hodnotí výsledky a návrhy ve své oblasti působení.
- Ve smyslu usnesení orgánů pomáhají při zabezpečování přípravy funkcionářského aktivu.
- Podle rozhodnutí orgánů se zúčastňují průzkumu a kontrol plnění sjezdových závěrů, usnesení a směrnic ve své oblasti působení.
- Na základě usnesení orgánů Svazarmu organizují aktivy, semináře a konference k dané problematice, výměně zkušeností, objasňování a plnění usnesení v oblasti svého působení.
- Komise předkládají orgánům Svazarmu návrhy na udělování vyznamenání, čestných titulů, odměn a ocenění za úspěšnou práci členů komise a svazarmovského aktivu.

Členy komisí jsou zpravidla členové příslušného orgánu Svazarmu a podle potřeby vybraní funkcionáři dalších společenských organizací, státních a hospodářských orgánů a institucí.

Funkce člena komise je čestná a dobrovolná, vyžaduje aktivní a iniciativní plnění úkolů vyplývajících z funkce v komisi. Členové komisí jsou členy Svazarmu. K jednání komise je možno přizvat externí odborníky, kteří jinak nejsou jejími členy.

II. Působnost a úkoly sekcí

K zabezpečení plnění úkolů ve prospěch ozbrojených sil a teritoriální obrany se vytvářejí u všech orgánů Svazarmu sekce branné přípravy a sekce přípravy k civilní obraně. (Stanovy čl. 44.)

Podílejí se

- na rozpracování a plnění hlavních směrů a úkolů přípravy branců, zdokonalovací přípravy vojáků v záloze cvičených ve Svazarmu a přípravy k civilní obraně, na politické a odborné přípravě kádrů, kontrolní a rozborové činnosti a zobecňování zkušeností;
- na přípravě řídicích a výcvikových dokumentů, metodických materiálů a pomůcek pro přípravu branců, vojáků v záloze a přípravu k civilní obraně;
- na zajišťování a plnění úkolů stanovených v dokumentech ÚV Svazarmu pro přípravu branců, vojáků v záloze a přípravu k civilní obraně. Napomáhají při odhalování a odstraňování nedostatků a jejich příčin;
- na zpracování zpráv o dosahovaných výsledcích v jejich oblastech činnosti a o plnění uzavřených dohod;
- na přípravě a hodnocení socialistického soutěžení v přípravě branců a přípravě k civilní obraně.

Předkládají:

- návrhy a připomínky k dokumentům, určeným k projednávání v orgánu příslušného stupně řízení, radám obrany, komisím branné výchovy rad NV a štábům CO, organizacím NF a ČSLA;
- návrhy na udělování vyznamenání, čestných titulů, odměn a ocenění za úspěšnou práci jednotlivcům a kolektivům působícím v oblasti přípravy branců, vojáků v záloze a přípravy k civilní obraně. Udělují diplomy sekce jednotlivcům a kolektivům.

III. Působnost a úkoly rad odborností

K zabezpečení úkolů a směrů rozvoje zájmové branné činnosti se vytvářejí rady odborností jako kvalifikovaný a iniciativní aktiv jednotlivých orgánů Svazarmu. (Stanovy čl. č. 45.)

- Rady odborností v souladu s požadavky stanov, usneseními orgánů a koncepcemi odborností odpovídají svému orgánu za:
  a) jednotu politickovýchovné a odborné činnosti;
  b) technické a sportovně odborné stránky rozvoje odborné činnosti;
  c) sportovně technická pravidla a podmínky soutěží, závodů a technické přehlídky, systém přípravy a tréninku;
  d) podmínky pro používání techniky v odborné činnosti;
  e) normy kvalifikace metodického aktivu a klasifikace výkonnosti sportovců a jejich realizaci.
- Soustavně působí k tomu, aby branně technická a branně sportovní činnost pomáhala vychovávat občany k socialistickému vlastenectví a internacionalismu, zvyšovala jejich brannou připravenost; přispívala k utváření uvědomělého vztahu mládeže a plnění úkolů pro ČSLA, aby rozvíjela technické myšlení, dovednosti a vztah k technice a podílela se na rozvoji branně společenského života v místech, závodech a školách.
- S využitím svých znalostí a získaných poznatků se podílejí na tvorbě materiálů k hodnocení a dalšímu rozvoji zájmové branné činnosti.
- Aktivně pomáhají orgánům Svazarmu uplatňovat v obsahu zájmové branné činnosti požadavky na morálně politická, odborně technická, tělovýchovná a psychologická hlediska.
- Navrhují svým orgánům účelný systém soutěží, stanovují sportovně technické podmínky soutěží, technických přehlídek a akcí zájmové branné činnosti a zodpovídají za jejich dodržování. Působí při zabezpečování soutěží, technických přehlídek a akcí zájmové branné činnosti.
- Vyhledávají talenty pro vrcholový sport; doporučují orgánům Svazarmu opatření k dosažení účinného systému přípravy talentů a vrcholových sportovců. Spolupracují s útvary vrcholového sportu při zabezpečování této přípravy. Navrhují orgánům Svazarmu opatření k úspěšné státní sportovní reprezentaci.
- Stanovují parametry a pravidla pro používání techniky v odborných činnostech.
- Působí při realizaci zásad bezpečnosti a zdraví při výcviku, tréninku, závodech a soutěží.
- Pomáhají při přípravě branně výchovného aktivu odborností. Zobecňují zkušenosti z této činnosti. Navrhují jednotnou kvalifikaci branně výchovného aktivu s jednotnou klasifikací cvičenců a sportovců. Posuzují splnění podmínek jednotné kvalifikace a klasifikace a řeší přiznávání kvalifikačních tříd a výkonnostních tříd a čestných titulů.
- Podílejí se na provádění kontrolní činnosti, pomáhají při objasňování a realizaci požadavků směrů a úkolů rozvoje jednotlivých odborných činností, usnesení vyšších a vlastních orgánů Svazarmu.
- Organizují aktivy, semináře a konference k odborné problematice, výměně zkušeností, objasňování a plnění koncepcí odborností a usnesení v oblasti svého působení.

Za členy rad odborností jsou vybíráni aktivní, politicky vyspělí, odborně připravení členové a funk-

cionáři Svazarmu, odborníci z ozbrojených složek, dalších společenských organizací, hospodářských a státních orgánů a institucí – členové Svazarmu. Funkce člena rady odbornosti je čestná a dobrovolná, vyžaduje iniciativní plnění úkolů vyplývajících z funkce v radě. K jednání rady je možno přizvat externí odborníky, kteří nejsou jejími členy.

Zvláštnosti práce rad odborností na jednotlivých stupních

- Rady odborností ÚV Svazarmu se zaměřují především na koncepční činnost, tvorbu návrhů směrnic a norem. Připravují opatření k rozvíjení aktivity zástupců Svazarmu v mezinárodních organizacích, k zabezpečování státní sportovní reprezentace, k obsahovému zaměřování odborného časopisu a ke spolupráci s dalšími organizacemi, školami, státními a hospodářskými orgány.
- Rady odborností ČÚV a SÚV Svazarmu se soustřeďují na aplikaci linie ÚV Svazarmu při rozvoji branně technických a branně sportovních činností v podmínkách republiky. Rozpracovávají přijatou metodiku rozvoje činnosti. Z pověření ČÚV a SÚV provádějí kontrolní činnost. Podílejí se v duchu směrnic orgánů Svazarmu na přípravě branně výchovných kádrů. Při zabezpečování státní sportovní reprezentace se podílejí na výběru a přípravě talentované mládeže především v tréninkových střediscích mládeže, sportovních třídách a školách.
- Rady odborností KV Svazarmu poskytují především odbornou metodickou a politickou pomoc radám odborností OV Svazarmu, ZO Svazarmu a jejich klubům a kroužkům při rozvíjení branně technických a branně sportovních činností.
- Rady odborností OV Svazarmu bezprostředně metodicky pomáhají základním organizacím, jejich klubům a kroužkům. Působí při vytváření politickoorganizačních, metodických, kádrových a materiálně technických podmínek pro rozvoj branně technických a branně sportovních činností v základních organizacích Svazarmu. Z pověření OV Svazarmu se podílejí na spolupráci s dalšími společenskými organizacemi, školami, Národními výbory, závody a podniky k masovému rozvoji zájmové branné činnosti.

REPRODUKTOROVÉ SOUSTAVY

Ing. Mirčo Jončev

1. Úvod

Elektroakustika je v dnešní době širokým oborem vědy a techniky, o který jeví velký zájem mnoho náročných i nenáročných posluchačů zvukového signálu.

Dávná tendence po co nejjakostnější reprodukci akustického signálu v dnešní době neustále sílí. Stále se zvyšující požadavky na kvalitu v tomto oboru se kladou jak na profesionální studiová, rozhlasová, filmová či televizní zařízení, tak i na zařízení poloprofesionálních lovců zvuku i na zařízení běžných posluchačů.

Rok od roku se zvětšuje poptávka i nabídka kvalitních gramofonů, magnetofonů, rozhlasových přijímačů a nízkofrekvenčních zesilovačů. Pokud máme k dispozici velmi kvalitní elektronické zařízení, je nezbytné k němu opatřit i velmi kvalitní akustické zářiče. Teprve tím se pak celé reprodukční zařízení stává věrným a dokonalým řetězem pro přenos a vyzáření elektroakustického signálu. Věrný a jakostní poslech se stává nezanedbatelnou hodnotou pro náplň a rozvoj duševního a kulturního života člověka.

Posledním článkem elektroakustického řetězce je reproduktor nebo reproduktorová soustava; jejich velmi náročným úkolem je přeměna elektrického nízkofrekvenčního signálu na signál akustický. Zásadou by mělo být, že jakost tohoto posledního článku by měla odpovídat jakosti těch zařízení, která mu předcházejí. Od zářičů (reproduktorů a jejich soustav), které jsou zařazeny do kvalitních souprav, musíme proto požadovat co nejvyrovnanější kmitočtovou charakteristiku, co největší citlivost, co nejmenší nelineární zkreslení a příslušný akustický výkon.

Dnes není myslitelné mít jakostní domácí zařízení pro přenos vf a nf signálů bez kvalitního reprodukčního zařízení. Jakostní reprodukční zařízení lze dnes pořídit z dvoupásmových nebo vícepásmových reproduktorových kombinací. Ani dnes nemůže jeden zářič (reproduktor) splňovat všechny uvedené požadavky na reprodukci signálu. Proto elektroakustické zářiče, z nichž jsou sestavovány reproduktorové soustavy, rozdělujeme v zásadě do tří skupin podle přenášeného kmitočtového pásma. Pro přenos signálů o nízkých kmitočtech (od 20 do 1000 Hz) je určen hlubokotónový reproduktor. Pro přenos akustického signálu ve středním pásmu (od asi 250 do 2000 až 5000 Hz) slouží středotónový reproduktor. A vyzáření signálů vysokých kmitočtů (od 2000 Hz do 20 000 Hz) umožňuje vysokotónový reproduktor.

Zářiče širokopásmové nebo tzv. pro univerzální použití, které nemohou splňovat nejnáročnější požadavky, jsou určeny pro méně kvalitní reproduktorové soustavy.

V tomto AR řady B jsou uvedeny podklady a návody ke zhotovení reproduktorových soustav od nejmenších do největších (ještě „rozumných“) rozměrů, určených pro bytové použití. Uvedené soustavy jsou odzkoušeny, ověřeny a jejich technické údaje a parametry byly změřeny na profesionálních pracovištích. Toto číslo AR řady B pojednává dále o volbě reproduktorů, reproduktorových skříněk a uvádí stavební prvky, které jsou potřebné ke zhotovení té či oné reproduktorové soustavy. U každé soustavy je uvedeno konstrukční uspořádání, rozměry, tvar a další potřebné „mechanické“ údaje. Kromě „elektrických“ údajů (schéma zapojení, zapojení výhybky apod.) jsou uvedeny i informace o utěsnění a příslušném tlumení dutiny ozvučnice. V závěru se pojednává o měření reproduktorů a jejich soustav v domácích podmínkách.

Tato objektivní měření poslouží především při ověřování vlastností reproduktorových kombinací. Navíc je vždy vhodné ověřit jakost zhotovené soustavy při subjektivním posouzení reproduktorové soustavy v domácích podmínkách – i tomuto problému je věnována jedna kapitola této práce.

Věříme, že toto číslo AR řady B se stane dobrou pomůckou každého amatéra (i nezkušeného), který se rozhodne zhotovit si reproduktorovou kombinaci pro svou potřebu.

2. Volba reproduktorů a jejich základních parametrů

Jakost reproduktorové soustavy a její elektroakustické vlastnosti jsou vždy ovlivněny volbou reproduktorů.

Základní pojmy týkající se reproduktorů jsou uvedeny v ČSN 36 8261 až 36 8263 a v práci „Reproduktory a reproduktorové soustavy“, uveřejněné v Amatérském radiu pro konstruktéry č. 2/1984. V uvedeném čísle AR řady B jsou rozebrány základní parametry a veličiny reproduktorů, i ty, které výrobce jinak neuvádí.

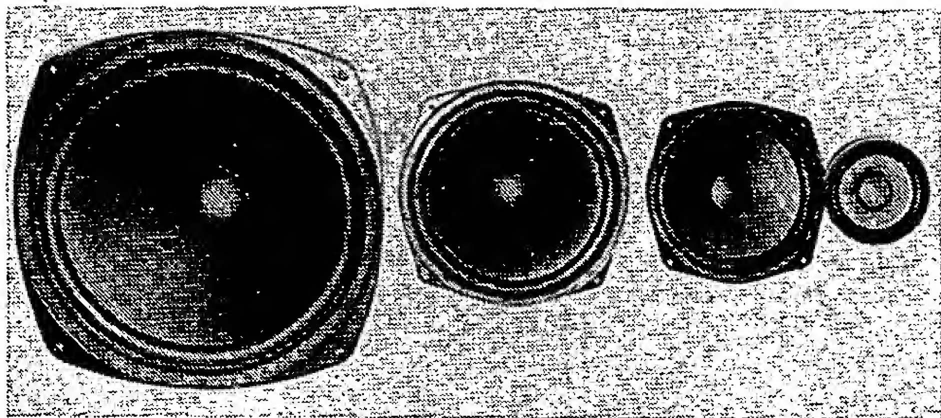
Výrobcem všech tuzemských reproduktorů v ČSSR je k. p. TESLA Valašské Meziříčí. Z rozsáhlého sortimentu a typů reproduktorů jsem se v této práci soustředil jen na typy vhodné pro reproduktorové kombinace. Vnější vzhled vybraných reprezentantů hlubokotónových reproduktorů je na obr. 1. Základní parametry reproduktorů hlubokotónových a středotónových uvádím v tab. 1.

Základní parametry z tab. 1 slouží jen pro základní informaci čtenářům o nejnověji uváděných veličinách hlubokotónových a středotónových reproduktorů. Aby byl přehled o vyráběných reproduktorech pro reproduktorové kombinace úplný, uvádím v tab. 2 parametry vysokotónových reproduktorů, vhodných pro reproduktorové soustavy, vnější vzhled některých typů je na obr. 2.

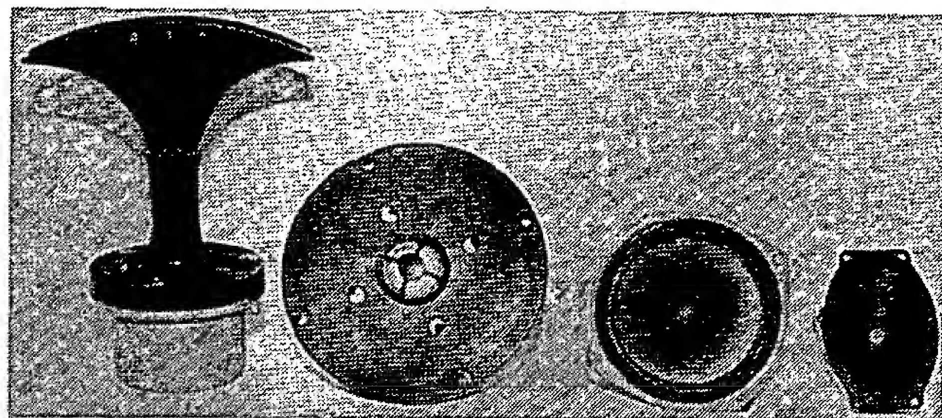
Při výběru vhodných typů zářičů je třeba vycházet z číselných údajů jejich veličin a z jejich dalších vlastností. Nejdříve volíme hlubokotónový reproduktor. Tento reproduktor určuje vnitřní objem skříně, účinnost soustavy a maximální standardní příkon pro nezkreslenou reprodukci. Všechny reproduktory v soustavě vybíráme obvykle tak, aby měly stejnou jmenovitou impedanci a přibližně stejnou citlivost. Rozdíl v citlivostech reproduktorů pro danou soustavu by měl být maximálně 1 až 2 dB.

Dále vybíráme reproduktory s takovými kmitočtovými charakteristikami, které se budou navzájem překrývat a snadno na sebe navazovat při použití pasivních či elektronických výhybek.

Hlubokotónové reproduktory typů ARN 5604(8), ARN 6604(8) a ARN 8604(8) se osvědčily a jsou vhodné pro dvoupásmové a třípásmové reproduktorové soustavy. Pro přenos signálů středních kmitočtů jsou vhodné nové typy ARZ 4604(8); pro přenos signálů v oblasti vysokých kmitočtů se osvědčily typy ARV 3604(8) s membránou ve tvaru kulového vrchlíku. U těchto reproduktorů je důležité znát jejich základní parametry; zajímavé a po-



Obr. 1. Hlubokotónové reproduktory



Obr. 2. Tuzemské vysokotónové reproduktory

Tab. 1. Přehled reproduktorů

Typ	Rozměry [mm]	Impedance [Ω]	Max. stand. příkon [W]	Vlastní rezonance [Hz]	Kmit. rozsah [Hz]	Charakt. citl. [dB]	Druh magnet. obvodu	Hmotnost [kg]
Nízkofrekvenční reproduktory								
ARN 5604 ARN 5608	Ø 165	4 8	15	35	40–4000	80	ferit	1,0
ARN 6604 ARN 6608	Ø 203	4 8	20	29	40–4000	89	ferit	1,1
ARN 8604 ARN 8608	Ø 312	4 8	30	20	35–1000	89	ferit	4,5
ARN 932	Ø 390	15	25	38	38–1000	92	alnico	10,50
Hlubokotónové reproduktory								
ARO 935 ARO 932 ARO 942	Ø 340 Ø 390 Ø 390	4 8 30	10 15 15	30 24 24	30–4000 24–4000 24–4000	96 98 98	alnico alnico alnico	5,51 10,20 10,20
Reproduktory pro hudební skupiny								
ARM 9304 ARM 9308	Ø 388	4 8	50	70	50–5000	100	alnico	8,0
ARM 9404 ARO 9308	Ø 390	4 8	150 50	30	42–1000	100		
ARO 9315	Ø 390	15	50	30	42–10000	100		
Středotónové reproduktory								
ARO 664	Ø 203	15	5	60–95	100–6000	90	ferit	0,34
ARZ 4604 ARZ 4808	123 x 123	4 8	20	235–250	500–4000	89	ferit	0,85
Širokopásmové reproduktory								
ARX 364 ARX 368	Ø 103	4 8	5	100	100–15000	86	ferit	0,7
ARN 4704	130 x 130	4	15	50–60	45–15000	88	ferit	0,5

Tab. 2. Přehled vysokotónových reproduktorů

ARV 081 ARV 088	75 x 50	5,5 8	2	–	1000–16000	87	bezrozptyl. alnico	0,18
ARV 161 ARV 168	Ø 90	4 8	5		1500–20000	92		
ARV 160 ARV 167	75 x 50	15 8	5		2500–20000	92		
ARV 3604 ARV 3608	Ø 120	4 8	10	1200	2000–20000	89	ferit	0,75
ARV 1304	58,5 x 58,5	4	10	1500	1900–20000	87		0,17
Tlakové reproduktory								
ART 382 ART 383 ART 981 ART 983 ART 150	Ø 82 Ø 108 Ø 90 Ø 90 Ø 100	15 15 8 8 8	3 3 45 45 150		500–4000 500–4000 300–3500 300–2000 250–3500	92 92 113 113 111	alnico alnico alnico alnico alnico	0,7 0,5 1,6 1,6 2,2

třebné jsou jejich kmitočtové charakteristiky (viz obr. 3 až 7). Kmitočtové charakteristiky byly změřeny při upevnění reproduktoru na standardní ozvučnici podle ČSN 36 8261 a 36 8262.

V tab. 1 a 2 jsou mimo jiné uvedeny i reproduktory, jejichž kombinace jsou určeny pro soustavy, používané hudebními soubory. Jsou to velké dvoupásmové a vícepásmové soustavy na ozvučení salónků, menších sálů nebo jiných větších poslechových místností.

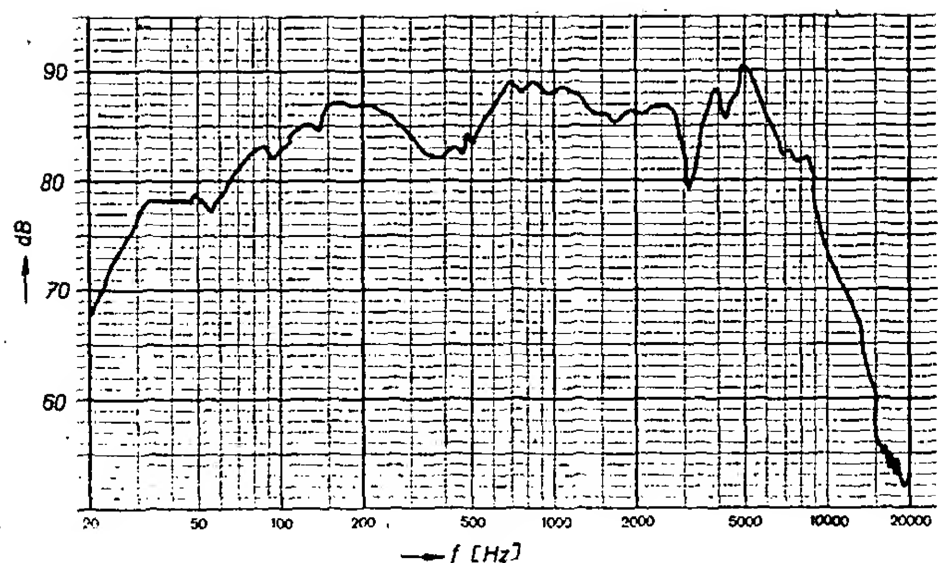
3. Volba reproduktorových soustav

Na našem trhu je dnes dostatečně velký výběr reproduktorů a reproduktorových soustav. I když je výběr reproduktorových soustav jak tuzemských, tak zahraničních relativně bohatý, každému se reproduktorové kombinace, které jsou v prodeji, nehodí. A to třeba z rozměrových nebo vzhledových důvodů (barva, odstín, provedení, tvar). Prodávané reproduktorové soustavy nemusí také vyhovět s ohledem na požadovanou kvalitu a přizpůsobení do stávajícího reprodukčního zařízení, v úvahu také třeba brát cenu soustavy.

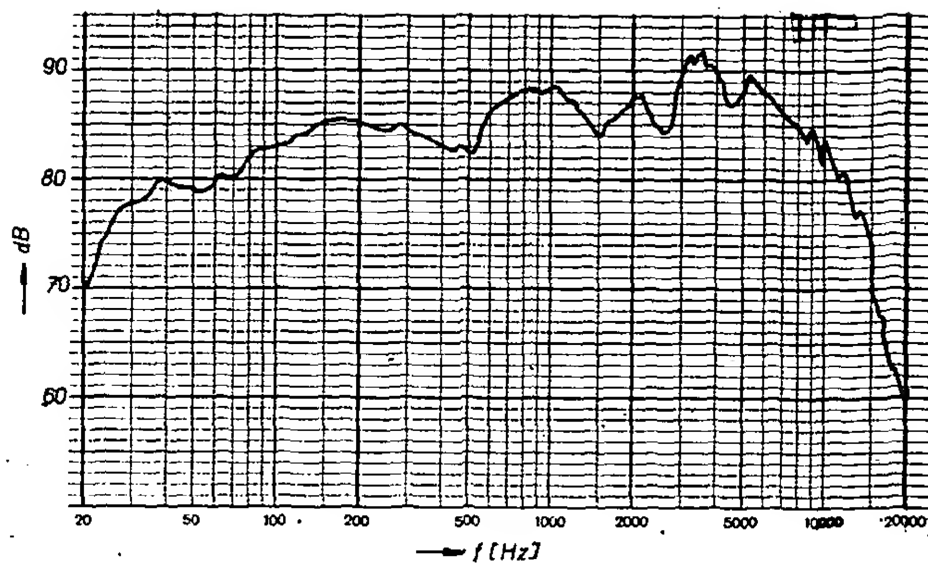
Šikovný amatér si však může zhotovit reproduktorovou soustavu podle svých vlastních požadavků, a přitom nemusí mít v oboru elektroniky, ani v jiném příbuzném oboru téměř žádné znalosti. V podstatě každý si může zhotovit reproduktorovou kombinaci za podstatně menší částku, než jakou by musel zaplatit v obchodě. Podle své potřeby si kromě toho může zvolit tvar, který by např. zapadal do obývací stěny, nebo barvu (která by ladila s nábytkem či sedací soupravou).

Při volbě monofonní či stereofonní reproduktorové soustavy vycházíme z toho, jaký prostor chceme ozvučit (uzavřený nebo otevřený), a jak jakostní soustavu požadujeme. Výchozím bodem by kromě toho měla být jakost reprodukčního zařízení, které vlastníme, či které si teprve hodláme opatřit. Pokud se považujeme za náročnější posluchače, pak nesmíme na reproduktorových soustavách šetřit.

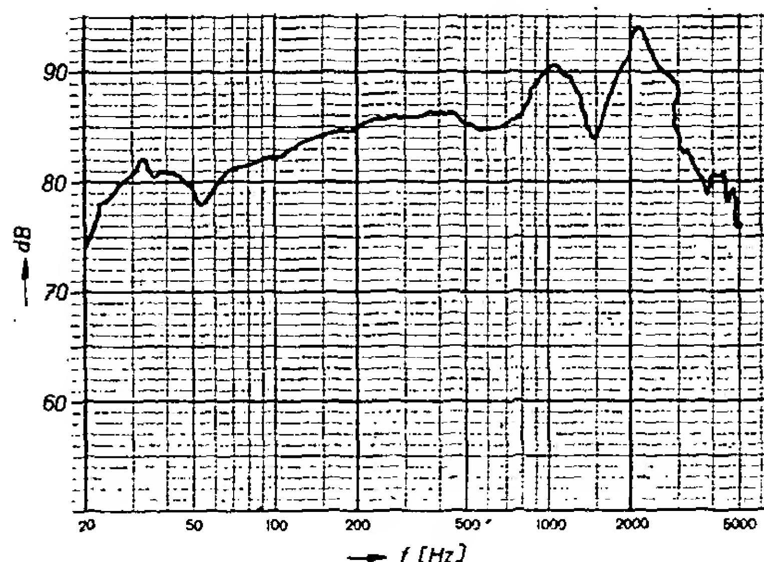
Reproduktorovou soustavu volíme, jak jsem uvedl, i z hlediska velikosti a objemu místnosti, kterou hodláme ozvučit. Pokud chceme ozvučit velmi malé místnosti, např. dětský pokoj, malou ložnici či předsíň, pak stačí malé reproduktorové soustavy, a to buď jednopásmové s jedním širokopásmovým reproduktorem, nebo dvousystémové s menšími reproduktory. Pro ozvučení malých místností stačí reproduktorové soustavy o vnitřním objemu 3 až 9 dm³ a o vstupním příkonu 3 až 10 VA. Čím jsou místnosti větší, tím by měly být větší i reproduktorové soustavy a dosažitelný akustický výkon. Obývací pokoj



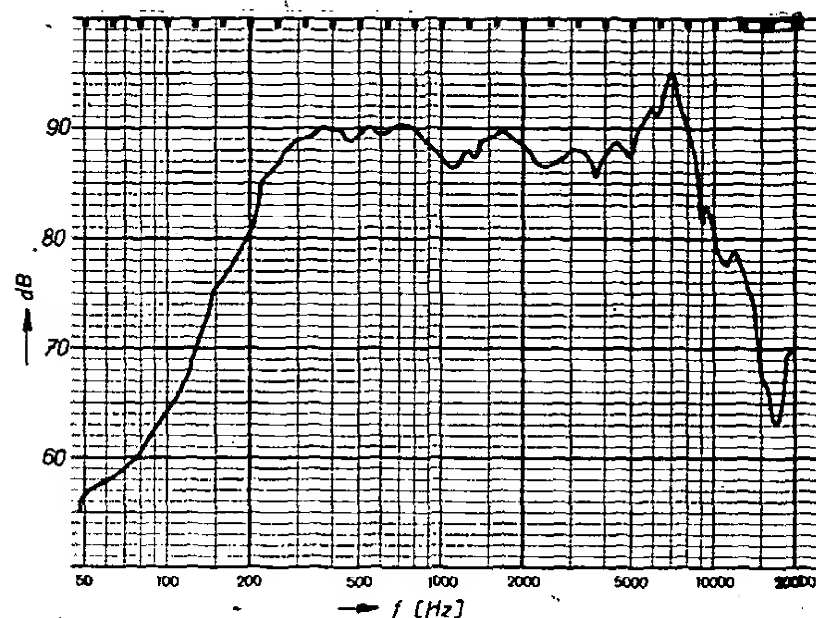
Obr. 3. Kmitočtová charakteristika reproduktoru ARN 5604. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m



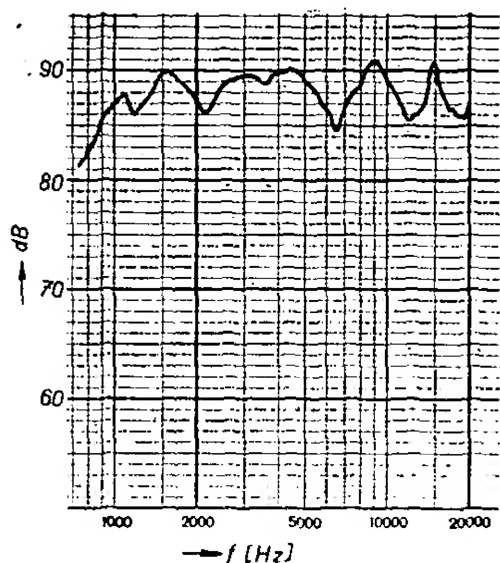
Obr. 4. Kmitočtová charakteristika reproduktoru ARN 6608. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2,83) ve vzdálenosti 1 m



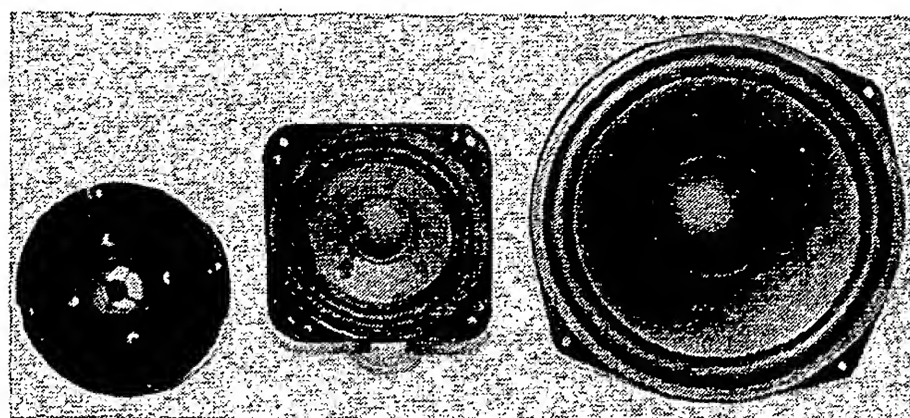
Obr. 5. Kmitočtová charakteristika reproduktoru ARN 8604. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m



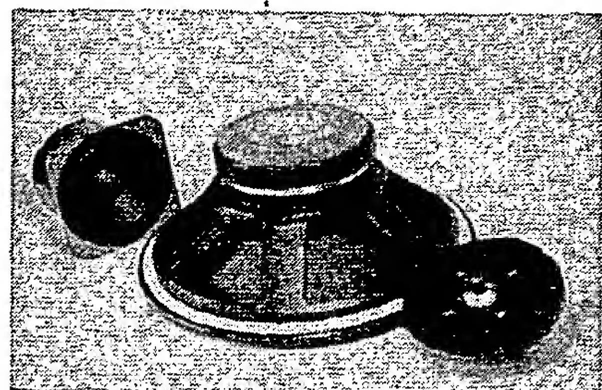
Obr. 6. Kmitočtová charakteristika reproduktoru ARZ 4604. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m



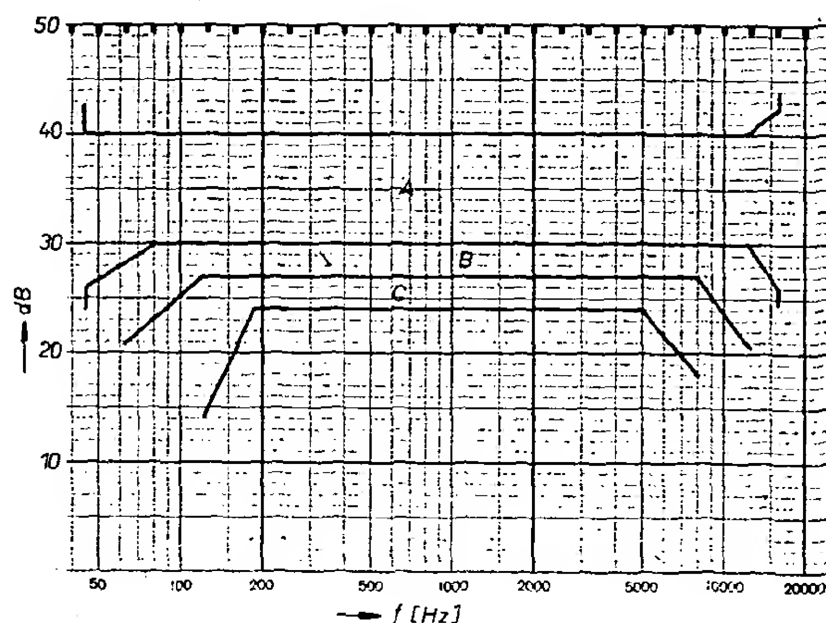
Obr. 7. Kmitočtová charakteristika reproduktoru ARV 3604. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1m



Obr. 8. Reproduktory pro třípásmovou soustavu o vnitřním objemu do 30 dm³



Obr. 9. Reproduktory pro třípásmovou soustavu s vnitřním objemem do 110 dm³



Obr. 10. Kmitočtový rozsah a toleranční pole A, B, C pro reproduktorové soustavy (toleranční pole A je −10 dB od maximální úrovně, B má být správně −12 dB, C má být −15 dB)

v domech na sídlišti má objemový prostor přibližně až 50 m³. Tento prostor lze nejlépe ozvučit reproduktorovou soustavou dvoupásmovou nebo třípásmovou, středně velkou s vnitřním objemem od 10 do 30 dm³ a se vstupním příkonem 10 až 30 VA.

Chceme-li ozvučit větší místnost, kolem 100 m³ nebo salónek od 100 až 300 dm³, volíme reproduktorové soustavy

vícepásmové o vnitřním objemu 25 až 80 dm^3 a o vstupním příkonu 20 až 90 VA.

Volba rozměrů reproduktorových soustav je závislá na volbě reproduktorů potřebných pro naše záměry. Výrobce reproduktorů TESLA Valašské Meziříčí nabízí široký sortiment zářičů – reproduktorů a uspokojí i náročnější posluchače reprodukované hudby. Na obr. 8 a 9 jsou vhodné typy reproduktorů pro dvě různé třípásmové kombinace. Přehled reproduktorů a jejich hlavní parametry byly uvedeny v tab. 1 a 2.

Pokud jsme se již rozhodli o tvaru velikosti reproduktorové soustavy a máme-li zakoupené patřičné reproduktory, pak je třeba volit správný dělicí kmitočet a navrhnout příslušné výhybky.

Každý výrobní podnik reproduktorových soustav uvádí na zadní stěně skříňky základní technické parametry, nebo přikládá prospekt s nejdůležitějšími technickými údaji soustavy.

Důležité technické parametry soustavy jsou:
- jmenovitá impedance,
- kmitočtová charakteristika,
- směrové vlastnosti,
- maximální standardní příkon,
- maximální hudební příkon,
- charakteristická citlivost,
- nelineární zkreslení.

Kmitočtová charakteristika v daném pásmu a v uvedeném tolerančním poli je jedním z nejdůležitějších parametrů reproduktorové soustavy.

Naše normy (ČSN 36 8265) uvádějí a třídí reproduktorové soustavy na dané kvalitativní stupně podle obr. 10. Charakteristika A v tolerančním poli 10 dB představuje charakteristiku nejjakostnějších reproduktorových soustav (s nejvyrovnanější kmitočtovou charakteristikou soustavy). Ani ostatní parametry reproduktorových soustav nejsou však zanedbatelné a dokreslují možnosti použití jednotlivých soustav.

4. Stavební prvky pro reproduktorové soustavy

Jako základní stavební materiál pro reproduktorové ozvučnice slouží dřevo. Dřevo se dnes postupně nahrazuje ve všech průmyslových odvětvích novými moderními materiály, které jsou rovnocenné, ne-li v mnoha parametrech lepší než dřevo. Jedním z moderních prvků jsou plastické hmoty, které dnes nahrazují mnoho jiných materiálů. I v oboru elektroakustiky jsou plastické hmoty velmi používané. Jejich vhodnost pro konstrukci reproduktorových soustav probereme v následujícím textu.

Dřevo

Jak jsme si již řekli, dřevo je základní stavební prvek pro reproduktorové ozvučnice. Ozvučnice se zhotovují z laťovek, překližky a dřevotřískových desek.

Laťovky

Laťovek se převážně využívá jako konstrukčního materiálu pro výrobu nábytku. Mají poměrně malou objemovou hmotnost, mohou se pevně spojovat obvyklými způsoby a snadno opracovávat. Laťovka je stále vyhledávaným materiálem nejen pro výrobu nábytku, ale i pro výrobu reproduktorových skříněk. Je pro každého zručného kutila snadno opracovatelná i v domácích podmínkách a nevyžaduje speciální nástroje a nářadí.

Překližky

Překližky jsou konstrukční desky nebo dílce vyrobené slepením dvou nebo několika vrstev dýh, popřípadě slepením kombinace dýh, laťových středů nebo jiných plošných materiálů. Překližka má řadu dobrých vlastností, je pružná, pevná proti dynamickému namáhání a opotřebení, a to ve velmi příznivém poměru ke své objemové hmotnosti. Překližky jsou určeny pro všeobecné vnitřní použití, a to převážně pro výrobu rovného nábytku. Jsou však také velmi vhodné pro výrobu reproduktorových ozvučnic. Povrch překližek bývá rovný a hladký a lze ho dobře mořit, dýhovat či tapetovat.

Dřevotřískové desky

„Dřevotříska" je výrobek z aglomerovaného dřeva, vzniká rozdělením dřevní hmoty na malé části. Z těchto částí spojených lepidlem se lisují desky. Při lepení se většinou používají dva druhy lepidel: močovinoformaldehyd a fenolformaldehyd.

Desky se zušlechťují impregnací horkými vysoušecími oleji (ricinový, lněný, tálový, popřípadě kombinace lněného a tálového oleje). Takto upravené dřevotřískové desky jsou velmi pevné a tuhé, ale na druhé straně mají větší objemovou hmotnost.

„Dřevotříska" je často používaným materiálem pro sériovou výrobu reproduktorových skříněk. Většina výrobců u nás i v zahraničí vyrábí reproduktorové skříně převážně z „dřevotřísky".

Základním nedostatkem dřeva je jeho nestejnoměrná struktura, která se projevuje v nestejnorodosti jeho mechanických a fyzikálních vlastností. U dřevotřískových a překližkových desek je tento nedostatek z převážné míry odstraněn.

Plastické hmoty

Plastické hmoty jsou materiály, jejichž podstatu tvoří makromolekulární látky, které lze tvarovat např. teplem či tlakem nebo oběma způsoby současně. Makromolekuly jsou velké molekuly, které obsahují mnohonásobně se opakující strukturní jednotku. Např. makromolekulární látky jinak nazývané pryskyřičné spojují různé přísady a působí v plastických hmotách jako pojiva.

Výrobků z plastické hmoty, z přírodních makromolekulárních látek, polymerátů, polykondenzátů a polyaduktů je dnes již nevyčíslitelné množství.

Z polymerátu, u nás označovaného jako polystyrén, se vyrábějí různé stříkané a lisovací hmoty. Jedněmi z nich jsou Krasten 052 a 552, z kterých n. p. TESLA Litovel vyrábí kompaktní reproduktorové skříňky typu RK 6. Výrobcem Krastenu je n. p. Kaučuk Kralupy nad Vltavou a výrobcem nadouvadla pro tyto plasty je n. p. PHZ Žilina. Polystyrenové desky byly ověřovány při konstrukci reproduktorových skříněk a ukázalo se, že mají velmi dobré elektroakustické vlastnosti.

Z polyvinylchloridu – PVC se vyrábějí novodurové trubky, které se používají mimo jiné i ke zhotovení nátrubků bas-reflexových ozvučnic. S velkými novodurovými trubkami o Ø 300 až 400 mm byly vyzkoušeny uzavřené ozvučnice pro basové jednotky.

Z polyuretanů se u nás vyrábějí molitanové desky o různých tloušťkách, které jsou vhodné pro tlumení vnitřní části ozvučnice. Jsou to pěnové a porézní materiály, které jsou v akustice velmi vhodné k tlumení akustické energie. Obkládají se jimi i akustické měřicí komory (bezdozvukové).

Lepidla

Lepidla pro spojení dřeva s dřevem rozdělujeme takto:

a) lepidla živočišná – klihy,
b) lepidla močovinoformaldehydová – Umacol, Ducal a jiné,
c) lepidla melaminová,
d) lepidla fenolová – TPD,
e) lepidla rezorcínová – TPD.

Dále existují lepidla na spojování dřeva a jiných materiálů s pomocnými materiály – CHS Epoxy 1200, CHS Epoxy 1001, polyuretanová lepidla, tmel L a mnoho dalších.

Nejužívanějším lepidlem pro lepení všech druhů dřeva je voděvzdorné lepidlo DISPERCOLL RTZ a Umacol. Lepidlo Robinol je velmi vhodné na lepení molitanových desek na vnitřní stěny ozvučnice.

Bližší poučení o lepidlech a další užitečné rady a pokyny najde čtenář v knize Jana Škeříka: Receptář pro elektrotechnika, která vyšla již ve třetím vydání v roce 1982 v SNTL.

Prvky pro výhybky soustavy

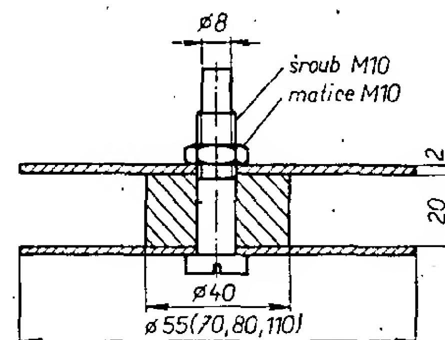
Jedním z důležitých prvků pro výrobu tlumivek je měď, z které se vyrábějí měděné lakované („smaltované") dráty. Protože je však měď nedostatkový a drahý kov, tlumivky se dnes také vinou z hliníkových izolovaných drátů. Tlumivky pro výhybky mohou být buď vzduchové nebo s železnými a feritovými jádry.

Vzduchové tlumivky jsou samonosné cívky, vinuté z měděného (hliníkového) lakovaného drátu.

Železné tlumivky jsou na železném jádře obvykle z transformátorových plechů, na nichž jsou v kostřičce navinuty cívky z měděných drátů. Spotřeba mědi je podstatně menší než u vzduchových cívek.

Feritové tlumivky jsou podstatně menší než vzduchové a spotřeba měděného drátu (jeho tloušťka a počet závitů) je mnohonásobně menší.

Pro domácí výrobu („kusová výroba") jsou vhodné vzduchové cívky. Rozebiratelnou kostřičku pro samonosné tlumivky z pertinaxové destičky podle obr. 11 lze zhotovit snadno. Na tuto rozebiratelnou kostřičku můžeme navinout samonosnou tlumivku z lakovaného drátu o průměru 1 mm. Závislosti indukčnosti L [mH] na počtu závitů N jsou uvedeny v tab. 3. Cívka je vinuta závit vedle závitu, bez prokladů. Při vinutí dbáme, aby se neprodřela izolace drátu. Po navinutí potřebného počtu závitů vinutí cívky tlumivky svážeme do kompaktního svazku a pak rozebereme pertinaxová čela kostřičky.



Obr. 11. Přípravek na vinutí samonosné tlumivky

Tab. 3. Počet závitů a indukčnost tlumivek

Vnější průměr cívky							
55 mm		70 mm		85 mm		110 mm	
N	*L* [mH]	*N*	*L* [mH]	*N*	*L* [mH]	*N*	*L* [mH]
10	0,02	90	0,42	170	1,4	260	3,30
20	0,04	100	0,50	180	1,55	270	3,60
30	0,07	110	0,60	190	1,70	280	3,70
40	0,11	120	0,70	200	1,90	290	4,20
50	0,16	130	0,85	210	2,10	300	4,50
60	0,21	140	0,95	220	2,30	310	4,80
70	0,28	150	1,1	230	2,55	320	5,10
80	0,35	160	1,25	240	2,75		
				250	3,00		

Kondenzátory jsou také důležitou součástí výhybek. Nejčastěji se používají svitkové kondenzátory typu MP-TC 450, TC 650, TC 470, TC 480 a jiné. Jsou to krabicové kondenzátory z metalizovaného papíru, které mají poměrně velké rozměry. Dnes se používají i menší kondenzátory elektrolytické, nejlepší jsou bipolární. Nejsou-li k dispozici, lze použít dva polarizované elektrolytické kondenzátory stejného typu o stejné kapacitě, které jsou zapojeny v sérii s opačnou polaritou. V tomto případě jsou velmi vhodné elektrolytické kondenzátory typu TE 988, popř. typy TE 986 a TE 990.

Textilní tkaniny a vata

Textilní tkaniny různého druhu používáme na přední kryt reproduktorových skříněk. Jsou to různé brokáty, elastické tkaniny a jiné průzvučné materiály k zakrytí čela reproduktorových soustav.

Vata – jsou obyčejná bavlněná vlákna slisovaná do měkkých, tenkých, pružných vrstev, kterých lze využívat pro tlumení reproduktorových skříní.

Vata buničitá – je čištěná slisovaná celulóza.

Vata skleněná – jsou skleněná vlákna tloušťky 1 až 10 μm.

Vata průmyslová – je drť ze starých tkanin.

Tyto a jiné materiály, které jsou přístupné pro každého kutila, používáme pro vnitřní tlumení reproduktorových ozvučnic.

Drátěné pletivo

Drátěné pletivo, které se vyrábí z ocelových, mosazných či jiných drátů se používá jako ochranné kryty pro reproduktorové kombinace. Drátěné mřížky jsou zhotoveny z drátů o různých tloušťkách a různých otvorů pletiva. Průzvučnost má být pro reproduktorové kombinace optimální. Tvarování těchto pletiv a jejich konstrukce do rámečků pro danou kombinaci je poněkud náročnější.

Perforované „rámečky" zhotovené z ocelového plechu, různých slitin nebo z plastických hmot se také často používají jako ochranný kryt reproduktorů.

Konektory a spojovací šňůry

Reproduktorové konektory typu 6AF 282 30 jsou panelové konektory a montují se na zadní stěnu ozvučnice. Reproduktorové konektory typu 6AF 895 57, které slouží k připojení propojovacího kabelu zesilovače – reproduktorová soustava, se zapojují na konce spojovací dvoulinky o ∅ 0,5 až 0,8 mm² a délce od 1,5 do 4 m podle potřeby. Pro připojování větších soustav k zesilovači je zapotřebí dvoulinky o ∅ 0,8 až 1,5 mm² a o délce 2 až 15 m podle umístění soustavy a zesilovače.

U některých soustav se místo konektorů používají přístrojové zdířky a propojovací banánky. U velkých soustav pro hudební skříně se používají konektory typu 6AF 282 08 a typu 6AF 895 36. Výrobní závody reproduktorových soustav montují u větších skříní na zadní stěnu tzv. vaničky z plastických hmot, na nichž jsou příslušné konektory a zdířky připevněny.

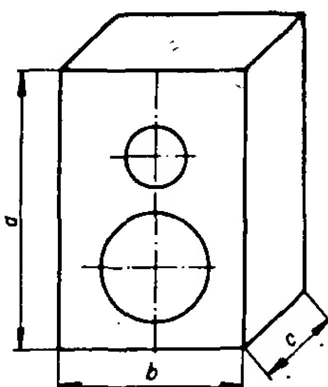
5. Konstrukční uspořádání ozvučnice

Ozvučnice jsou konstrukčně řešeny tak, aby zvětšovaly akustickou impedanci mezi přední a zadní stranou membrány tím, že se prodlouží dráha mezi oběma jejími stranami, případně omezí anebo odstraní vyzařování zadní strany membrány reproduktoru. Velmi dobře se osvědčila uzavřená ozvučnice, u níž je zadní strana membrány „zakryta" uzavřenou skříní.

Známe tyto druhy ozvučnic: deskovou, skříňovou otevřenou, ozvučnici uzavřenou a bas-reflexovou. Vyrábějí se i tzv. reproduktorové sloupy, u nichž se používají buď uzavřené (vodotěsné), nebo částečně otevřené ozvučnice.

Nejdůležitějším požadavkem na všechny druhy ozvučnic je jejich dostatečná tuhost, aby jejich vlastní kmity zcela vyloučil nebo omezí na minimum.

Konstrukce a návrh poměru stran otevřených či uzavřených ozvučnic se má řešit z estetického hlediska tzv. zlatého řezu, v běžné praxi se však řídíme především elektroakustickými přenosovými vlastnostmi. Vychází se z poměru stran $a = \sqrt{bc}$ (viz obr. 12).



Obr. 12. Volba rozměrů stěn u reproduktorových skříní

Přední stěna ozvučnice

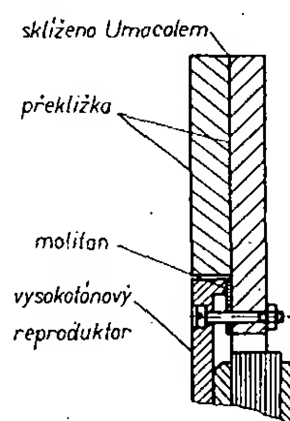
Na spodní část přední stěny ozvučnice zásadně montujeme hlubokotónový reproduktor. V poslední době se některé hlubokotónové reproduktory, pokud je spodní dělicí kmitočet velmi nízký, umisťují netradičně (po stranách, zespodu apod.). Ostatní reproduktory se montují na přední stěny ozvučnice co nejblíž k hlubokotónovému reproduktoru. Konstrukčně mají být reproduktory na přední stěně ozvučnice uspořádány tak, aby rovina (okraje) membrány byla v rovině s přední stěnou ozvučnice.

U středotónového a vysokotónového reproduktoru je zvlášť důležité, aby lícovaly s přední stěnou ozvučnice. Nedodrží-li se tato podmínka, dochází k velkému zvlnění a nerovnoměrnostem na kmitočtové charakteristice soustavy.

Přední stěny ozvučnic se u menších kombinací zhotovují z překližky o tloušťce 8 až 25 mm. U větších ozvučnic se slepují dvě překližky o tloušťce 10 mm. Při osazování přední stěny ozvučnice je třeba pamatovat na to, že reproduktory musí být zapuštěny do roviny přední stěny ozvučnice. Toto uspořádání je naznačeno na obr. 13.

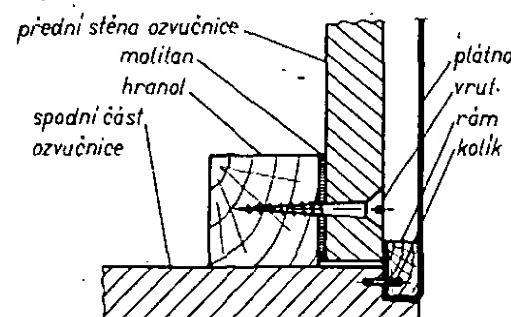
Většina typů reproduktorů naší výroby je konstrukčně přizpůsobena tak, že se montují zezadu. V poslední době se však jak v zahraničí, tak v tuzemsku začaly reproduktory montovat na ozvučnici zepředu, což má několik nesporných výhod. Montáž zepředu je poněkud snazší a zlepšují se tím i akustické vlastnosti. Přední ozvučnice se montuje napevno, stává se nedílnou součástí skříňky, tím se zvětšuje její pevnost a tuhost.

Přední deska ozvučnice je buď upevněna napevno (připevňuje se lepidlem ke skříňce), nebo se upevňuje vruty. Pokud je odnímatelná, přišroubovaná vruty, pak je zapotřebí, aby na zadní části čelní stěny



Obr. 13. Umístění reproduktorů na přední ozvučnici

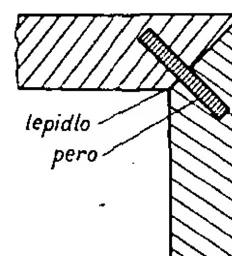
byl příslušný těsnící molitan. Montáž přední desky s rámem, potaženou tkaninou, je vidět na obr. 14.



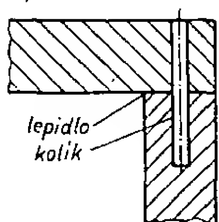
Obr. 14. Konstrukční uspořádání přední ozvučnice a rámeček s tkaninou na reproduktorové skříňce

Spojování stěn skříňky

Při spojování stěn v rozích skříňky se nejlépe osvědčilo tzv. „spojení na pokos", a to jak při kusové, tak při sériové výrobě. Toto spojení stěn je naznačeno na obr. 15. Takto lze spojovat stěny skříněk i v domácích podmínkách, pokud je k dispozici okružní pila, „cirkulárka".



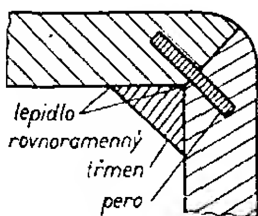
Obr. 15. Spojování stěn reproduktorové skříňky



obr. 16. Spojování stěn reproduktorové skříňky

Méně užívané, ale snadnější je tzv. „spojení na tupo", viz obr. 16. Stěny se spojují pomocí dřevěných kolíků a lepidla Dispercoll nebo Umacol. Jsou i další možnosti, jak spojovat stěny, jsou však většinou složité a v domácích podmínkách neuskutečnitelné.

Před spojením a sklížením hran stěn je hrany třeba dobře potřít lepidlem Dispercoll nebo Umacol. Po jeho zaschnutí budou slepené hrany těsně spojeny. U větších skříní se navíc rohy vyztuží trojhranným třmenem ze dřeva (především, když se dělají kulaté rohy, obr. 17).



Obr. 17. Konstrukční řešení skříňky s kulatými rohy

U velkých skříní vyztužujeme i delší části stěn latěmi z tvrdého dřeva obdélníkovitého průřezu 20 × 30 mm, a to po celé délce stěny.

Tloušťka stěn je dána především velikostí a tvarem skříňky. Do jisté míry i materiálem (dřevo, překližka, laťovka, nebo dřevotříska). Vhodné tloušťky jsou uvedeny při popisu konstrukce jednotlivých soustav v dalším textu.

Povrchové úpravy stěn

Před povrchovou úpravou je třeba dobře zabrousit a zatmelit nerovné části stěn. Stěny ze dřeva se povrchově upravují mořením, dýhováním, lakováním nebo tapetováním.

Dýhování patří mezi nejčastější povrchové úpravy. Používá se dýh z dubu, mahagonu, buku, ořechu a jiných. Průměrná tloušťka dýh je 0,6 až 0,8 mm.

Mořit povrch stěn je třeba až po dokonalé povrchové úpravě. Mořidel je mnoho druhů a odstínů, které dodávají skříňce požadovaný přírodní vzhled.

Lakovat lze stěny také až po vybroušení a zatmelení nerovností. Používají se různé „nitrokombinační" nebo fermežové barvy. Tapetovat lze povrch skříňky také až po dokonalé povrchové úpravě. Nejvhodnější a nejrychlejší je použít samolepicí tapetu, určenou pro tapetování nábytku.

6. Reproduktorové soustavy – praktické provedení

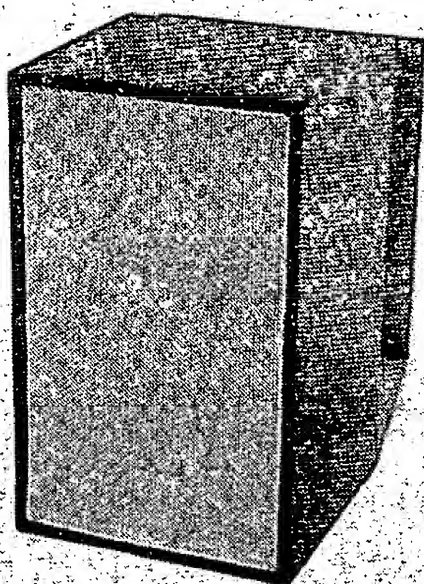
Každý, kdo si chce zhotovit reproduktorovou soustavu, najde v této kapitole potřebné podklady a návod ke zhotovení deseti různých reproduktorových soustav. Tyto soustavy jsou kompletní, dořešené a odzkoušené, takže lze kteroukoli zhotovit bez potíží v domácích podmínkách.

Jestliže vám některá z uvedených kombinací vyhovuje, můžete se bez obav pustit do její realizace. Toto číslo AR řady B a AR B2/1984 se vzájemně doplňují tak, abyste si mohli zvolit k realizaci soustavu podle vlastních představ. Pokud budete potřebovat udělat proti původnímu návrhu nějaké změny (např. rozměrové), pak je třeba nahlédnout do teoretické části AR B2/1984. Tam najdete potřebné teoretické i praktické údaje k řešení ozvučnic, výhybek a jiných částí reproduktorových soustav.

6.1 Reproduktorová soustava o vnitřním objemu 3 l s bas-reflexovou ozvučnicí

Návrh vyzařovací jednotky

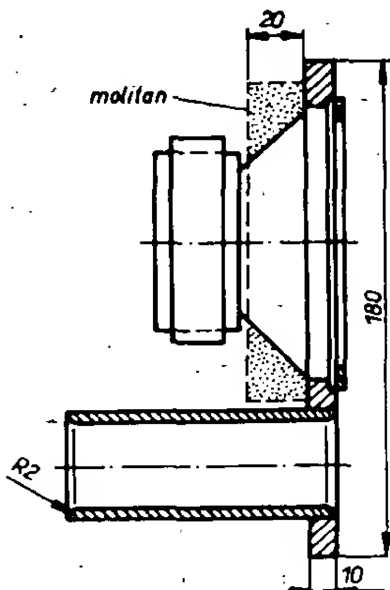
Pro nenáročnou reprodukci zvuku a k ozvučení poměrně malého prostoru postačí nevelká vyzařovací jednotka. U popisované soustavy je zvolen jednopásmový (širokopásmový) systém, který vyzařuje v celém slyšitelném pásmu. K těmto účelům je vhodný širokopásmový reproduktor typu ARX 364 pro variantu s impedancí 4 Ω a pro variantu s impedancí 8 Ω ARX 368. Vyzařovací jednotka je poměrně malá, lze ji bez problému umístit v nábytkové stěně a je i velmi levná. Reproduktorová soustava je vhodná i do „mini" soupravy. Celkový pohled na zhotovenou soustavu je na obr. 18.



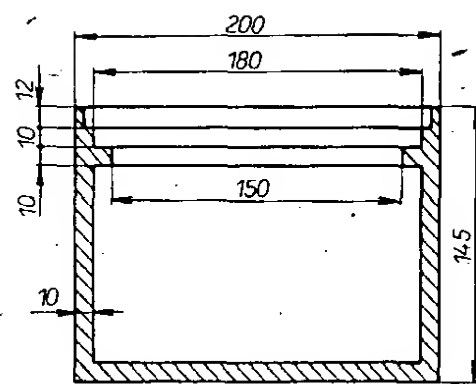
Obr. 18. Vnější vzhled malé reproduktorové skříňky o objemu 3 l

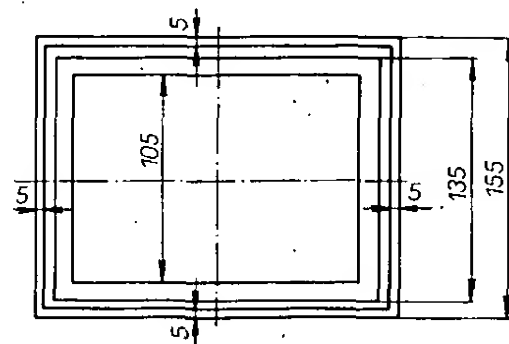
Bas-reflexová ozvučnice

Rezonanční kmitočet ozvučnice zvolíme s ohledem na vyrovnanější kmitočtový průběh tak, aby amplituda membrány nebyla příliš velká, f_{ozv} = 90 Hz. Pro tuto ozvučnici vychází dolní kmitočet f_d = 85 Hz.



Obr. 19. Přední stěna ozvučnice soustavy 3 l s reproduktorem a s bas-reflexovým nátrubkem





Obr. 20. Rozměry reproduktorové skříňky 3 l

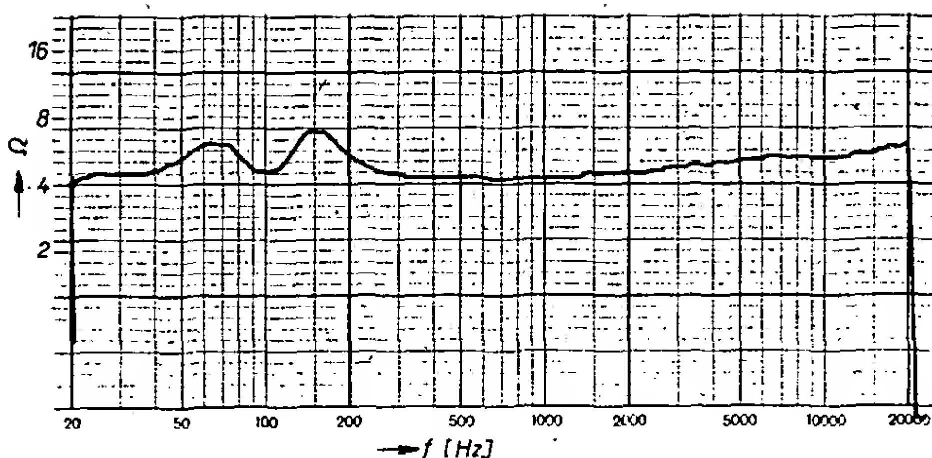
Nátrubek pro tuto bas-reflexovou ozvučnici je z běžně dostupné novodurové trubky o světlosti 36 mm a vnějším průměru 40 mm o celkové délce 100 mm. Novodurová trubka je na obou koncích zaoblena a usazena v otvoru přední ozvučnice, ke které je přilepena novodurovým lepidlem (způsob je zřejmý z obr. 19). Reproduktor je na ozvučnici uložen zepředu, je přitlačen ozdobnými kroužky a přišroubován vruty na přední stranu ozvučnice. Na zadní části reproduktoru je na díry koše uložen molitan o tloušťce 20 mm. Na přední desce ozvučnice je upevněn rámeček s prodyšnou textilií. Konstrukční provedení a rozměry skříňky jsou na obr. 20.

Naměřené výsledky

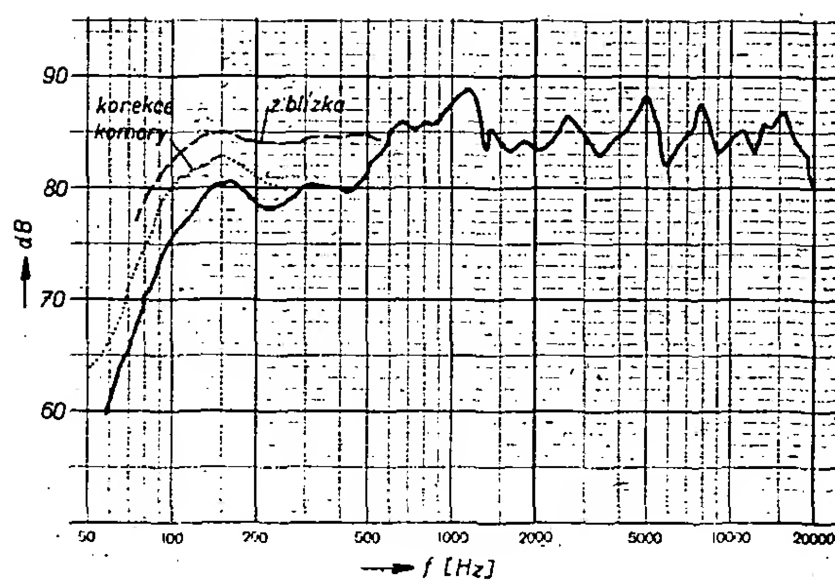
Vstupní impedance systému v závislosti na kmitočtech je uvedena na obr. 21. Kmitočtový průběh soustavy je patrný z obr. 22. Směrové vlastnosti jsou podchyceny na obr. 23.

Technické parametry

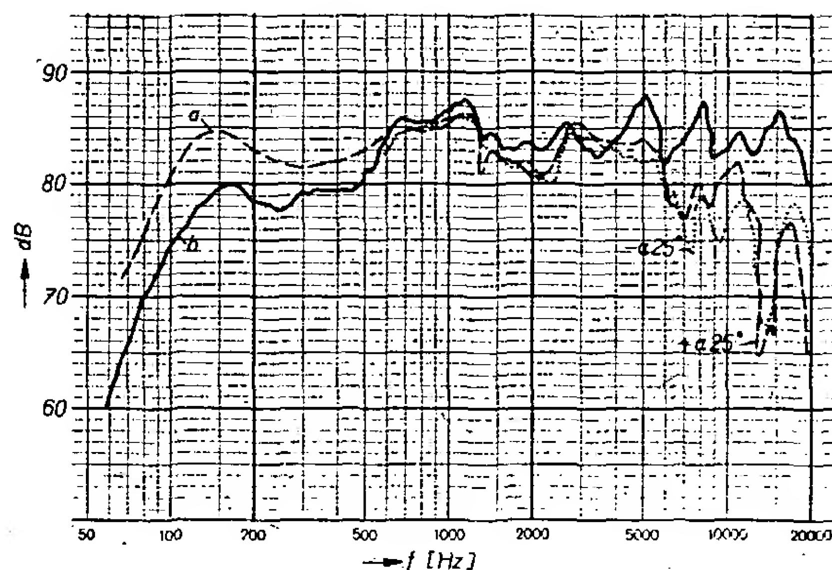
Jmenovitá impedance:	4 Ω (8 Ω).
Kmitočtová charakteristika (viz obr. 22):	80 Hz až 12 500 Hz.
Max. standardní příkon:	5 W
Špičkový hudební příkon:	15 W
Charakteristická citlivost:	84 dB/1 VA/1 m.
Použitý reproduktor:	ARX 364 (ARX 368).
Druh ozvučnice:	bas-reflexová.
Volný objem ozvučnice:	2,65 dm³.
Vnější rozměry (v × š × h):	200 × 155 × 145 mm.
Nelineární zkreslení při příkonu 1 VA v kmitočtovém pásmu	
80 Hz až 125 Hz:	1,8 %,
125 Hz až 250 Hz	0,9 %,
250 Hz až 5000 Hz	0,5 %.
Hmotnost:	1,8 až 2 kg.



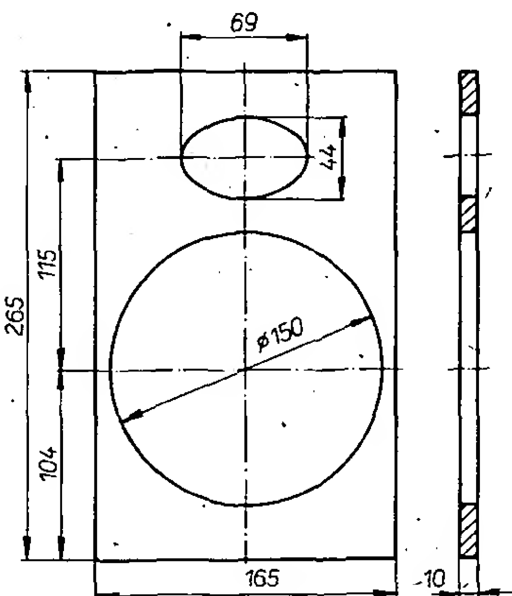
Obr. 21. Kmitočtový průběh vstupní impedance reproduktorové soustavy o objemu 3 l



Obr. 22. Kmitočtová charakteristika reproduktorové soustavy o objemu 3 l. Měřeno do plného prostoru 4 π při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m



Obr. 23. Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 3 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m v horizontální rovině v ose 0° a ve směru ±25° od osy; a — vyzařování do 2π, b — vyzařování do 4π



Obr. 26. Přední ozvučnice reproduktorové skříňky o objemu 5,5 l

6.2 Reproduktorová soustava o vnitřním objemu 5,5 l

Návrh vyzařovacích jednotek

Tato reproduktorová soustava je dvoupásmová o vnitřním objemu 5,5 l se standardním příkonem 15 VA. Pro přenos signálů nízkých a středních kmitočtů je navržen reproduktor typu ARN 5604 o jmenovité impedanci 4 Ω (pro jmenovitou impedanci 8 Ω vyhoví reproduktor ARN 5608). Pro přenos vysokých kmitočtů je zvolen reproduktor ARV 081 (4 Ω) (pro jmenovitou impedanci 8 Ω se použije typ ARV 088).

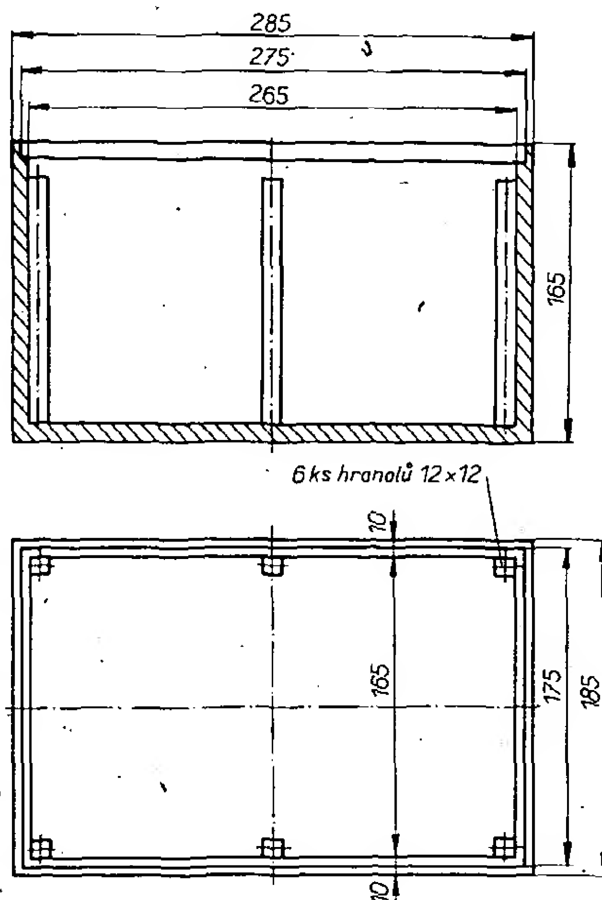
Sestavená a zhotovená soustava v tomto provedení je na obr. 24.



Obr. 24. Vnější vzhled reproduktorové skříňky o objemu 5,5 l

Řešení ozvučnice

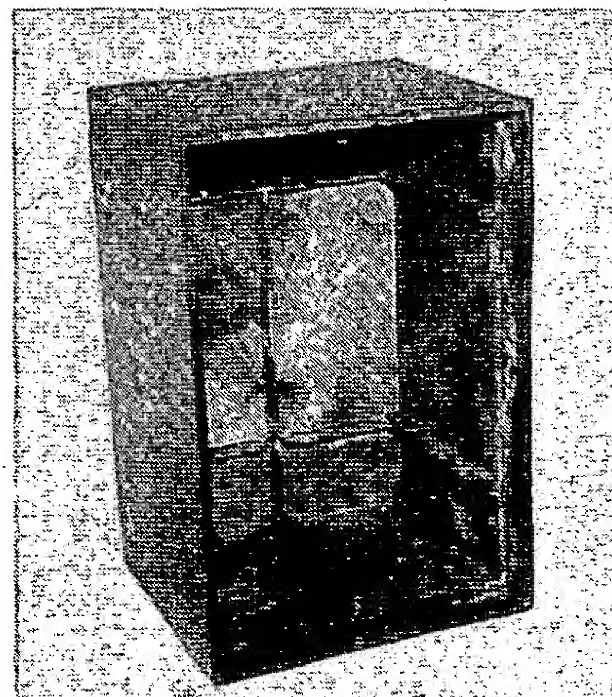
Ozvučnici této soustavy tvoří zcela uzavřená skříňka, jejíž rozměry, tvar a uspořádání jsou zřejmé z obr. 25. Ozvučnice je zhotovena z překližky o tloušťce 10 mm. Přední stěna ozvučnice je z překližky, také o tloušťce 10 mm, viz obr. 26. Podobnou hotovou prázdnou skříňku lze také zakoupit v prodejnách TESLA. Výrobcem je TESLA Litovel a skříňka se prodává pod označením RK 06 - velkoobchodní cena je 57,50 Kčs. Je lisována z jednoho kusu lehčených plastů, je velmi pevná a vhodná pro tyto účely. Vnitřní stěny jsou zpevněny vyztuženými žebry. Celkový vzhled a tvar je patrný z obr. 27. Povrch skříňky je různě tónovaný, což je provedeno „horkým" potiskem. Rozhodnete-li se ke koupi této skříňky, pak zbývá jen zhotovit přední stěnu ozvučnice a přední „rámeček" a to podle vlastního uvážení. Rámeček může být z průzvučné elastické tkaniny, drátěného pletiva nebo perforovaného plechu.



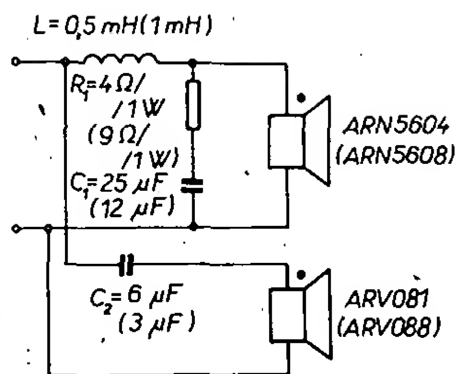
Obr. 25. Rozměry a konstrukční uspořádání reproduktorové skříňky o objemu 5,5 l

Výhybka soustavy

Vzhledem k tomu, že se tato kombinace jeví jako velmi levná, neměla by být příliš



Obr. 27. Prázdná skříňka z lehčených plastů - RK 6



Obr. 28. Schéma zapojení výhybky

drahá ani výhybka. Byla proto zvolena pasívní výhybka prvního řádu se směrnicí kmitočtového průběhu −6 dB/okt., která pokud jde o reproduktor ARN 5604, kompenzuje i jeho kmitočtový průběh.

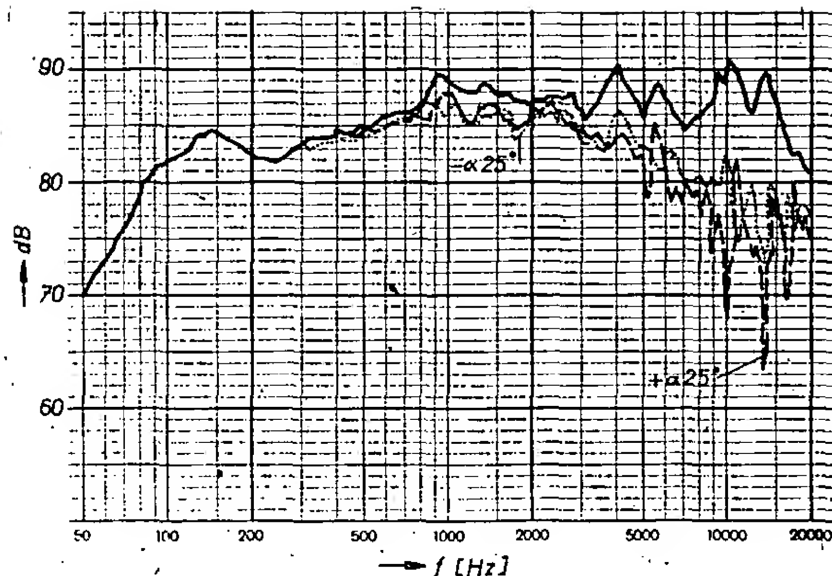
Pro jednoduchost, levné pořízení a malý prostor jsou zvoleny místo kondenzátorů MP elektrolytické kondenzátory typu TE 988 na 70 V, případně jediný kondenzátor o kapacitě 25 µF – pak lze vynechat obvod s diodou a rezistory. Schéma zapojení výhybky s reproduktory je na obr. 28. Údaje v závorkách platí pro verzi s impedancí 8 Ω.

Naměřené výsledky

Kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy je na obr. 29. Kmitočtová charakteristika soustavy je na obr. 30. Směrové vlastnosti soustavy jsou na obr. 31, měřeno v horizontální rovině. Referenčním měřicím bodem soustavy byl vysokotónový reproduktor.

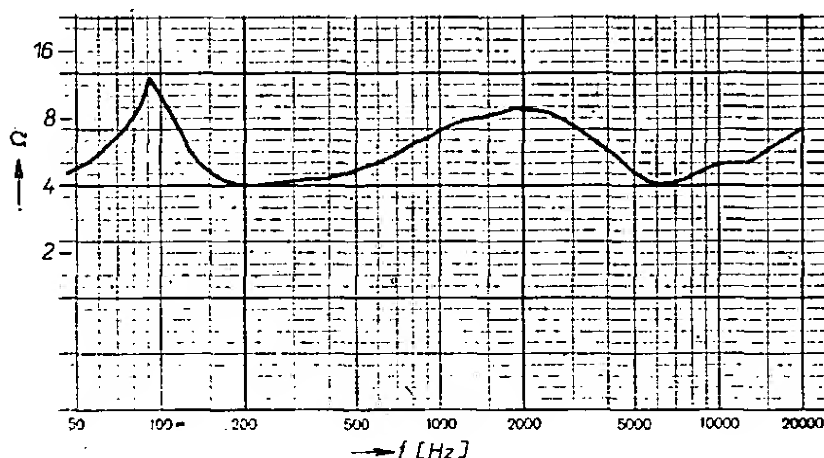
Podle výsledků měření a jiných zkoušek (objektivních i subjektivních) lze tento výrobek zařadit mezi výrobky dobré kvality. Svými vlastnostmi a rozměry se tato soustava hodí k ozvučení menších obytných prostorů.

Obr. 31. Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 5,5 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m v horizontální rovině v ose 0° a ve směru ±25° od osy

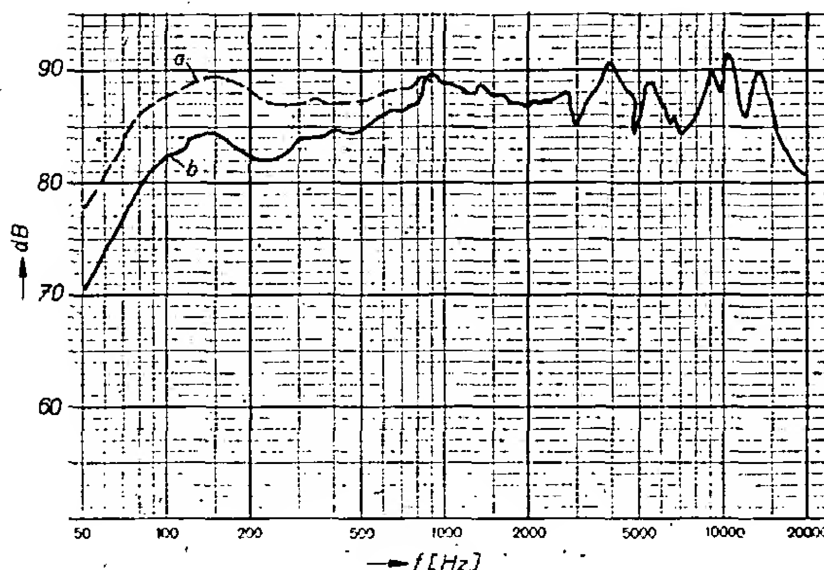


Technické parametry

Jmenovitá impedance:	4 Ω (8 Ω).
Kmitočtový rozsah v tolerančním poli B podle obr. 10:	70 až 16 000 Hz.
Max. standardní příkon:	15 W.
Špičkový hudební příkon:	45 W.
Charakteristická citlivost:	85 dB/1 VA/1 m.
Použité reproduktory:	ARN 5604 (ARN 5608), ARV 081 (ARV 088).
Druh ozvučnice:	uzavřená.
Tlumení:	molitanem o tl. 3 mm – 240 g.
Výhybka:	1. řádu, −6 dB/okt.
Vnější rozměry (v × š × h):	285 × 185 × 165 mm.
Nelineární zkreslení při příkonu 1,5 VA v kmitočtovém pásmu	
80 až 125 Hz:	1,5 %,
125 až 250 Hz:	0,8 %,
250 až 5000 Hz:	0,3 %.



Obr. 29. Kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy o objemu 5,5 l



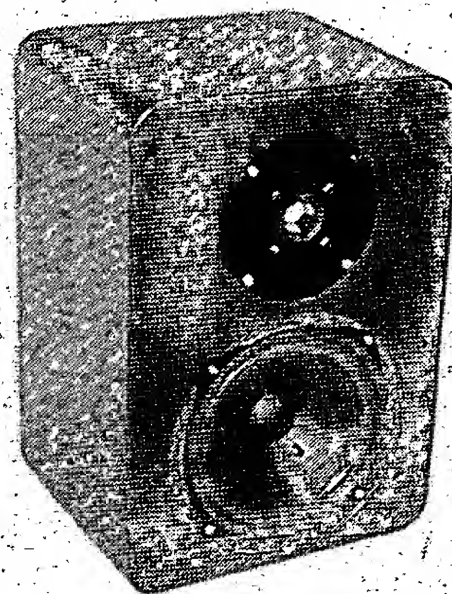
Obr. 30. Kmitočtová charakteristika reproduktorové soustavy o objemu 5,5 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m; a) vyzařování do 2π, b) vyzařování do 4π

6.3 Reproduktorová soustava o vnitřním objemu 12 l

Návrh vyzařovacích jednotek

Tato soustava je dvoupásmovou soustavou o vnitřním objemu 12 l se standardním příkonem 15 VA. Vyzařovací jednotkou pro přenos hlubokotónových a středotónových signálů je reproduktor typu ARN 5604 pro soustavy 4 Ω. Pro soustavy 8 Ω zvolíme reproduktor ARN 5608. Pro přenos vysokých kmitočtů je zvolen reproduktor ARV 3604 (pro 8 Ω ARV 3608).

Vnější vzhled této soustavy je na obr. 32.



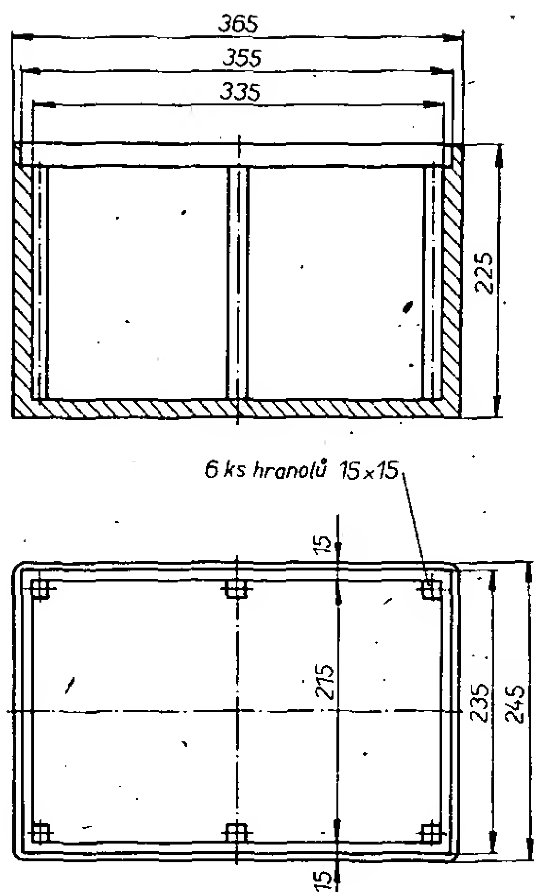
Obr. 32. Vnější vzhled reproduktorové soustavy o objemu 12 l

Řešení ozvučnice

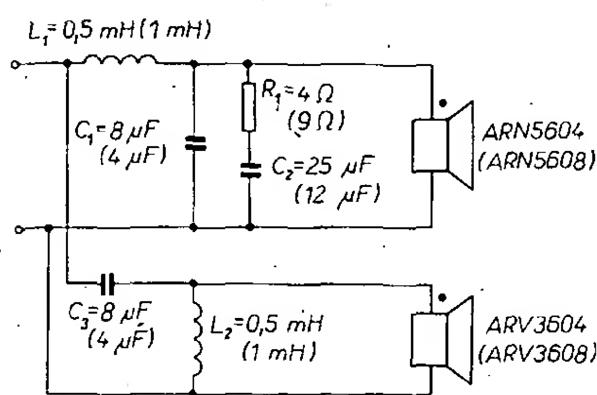
Ozvučnici této kombinace tvoří zcela uzavřená skříňka, jejíž rozměry, tvar a uspořádání jsou na obr. 33. Ozvučnice je zhotovena z překližky (laťovky) o tloušťce 15 mm, jejíž stěny jsou velmi pevně spojeny a sklíženy tak, aby skříňka byla kompaktní a neprodyšná.

Výhybka soustavy

Pro tuto dvoupásmovou soustavu je zvolena pasívní výhybka druhého řádu se směrnicí kmitočtového průběhu −12 dB/okt. Schéma zapojení výhybky je na obr. 34. Údaje ve schématu v závorkách platí pro reproduktorovou soustavu o jmenovité impedanci 8 Ω. Kompletní zhotovená výhybka je připevněna ke dnu skříňky.



Obr. 33. *Rozměry a konstrukční uspořádání reproduktorové skříňky o objemu 12 l*



Obr. 34. *Schéma zapojení výhybky*

Naměřené výsledky

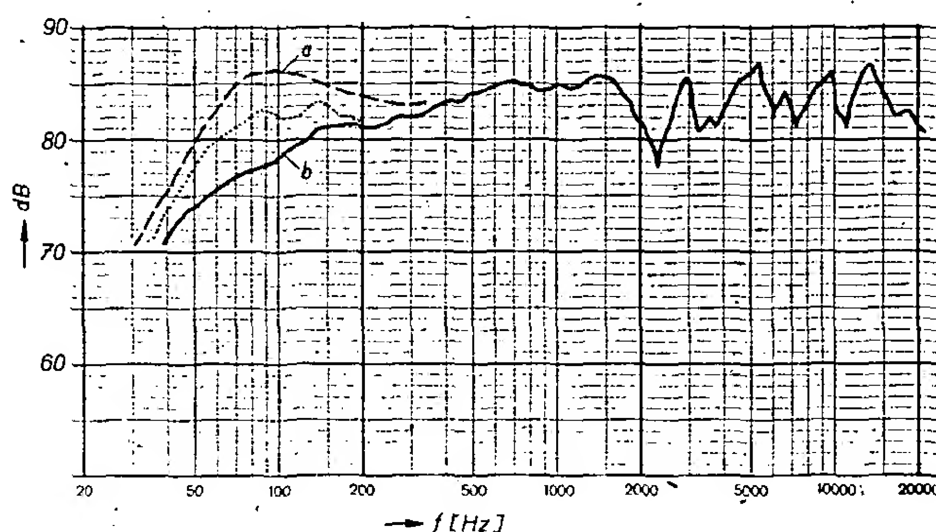
Kmitočtový průběh svorkového napětí na reproduktorech při konstantním napětí na vstupu soustavy je na obr. 35.

Základním parametrem soustavy je kmitočtová charakteristika systému, která je na obr. 36. Kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy je na obr. 37. Směrové vlastnosti této soustavy měřené v plném prostoru 4 π v horizontální a vertikální rovině jsou na obr. 38 a 39.

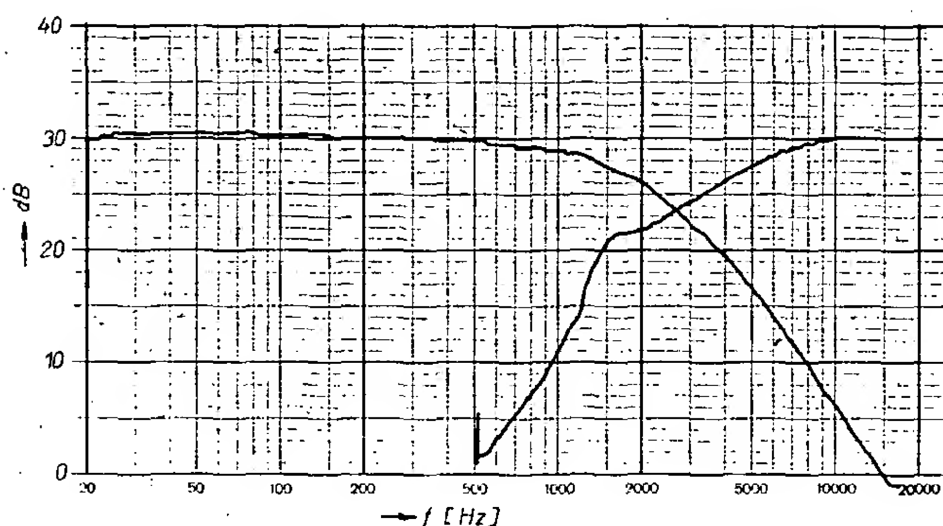
Při celkovém zhodnocení můžeme tento výrobek zařadit mezi velmi kvalitní dvoupásmové reproduktorové soustavy. Svými rozměry a elektroakustickými vlastnostmi je tato soustava vhodná pro kvalitní reprodukci hudby a řeči v domácnosti. Touto soustavou lze ozvučit obývací místnosti o vnitřním objemu od 40 do 80 m³.

Technické parametry

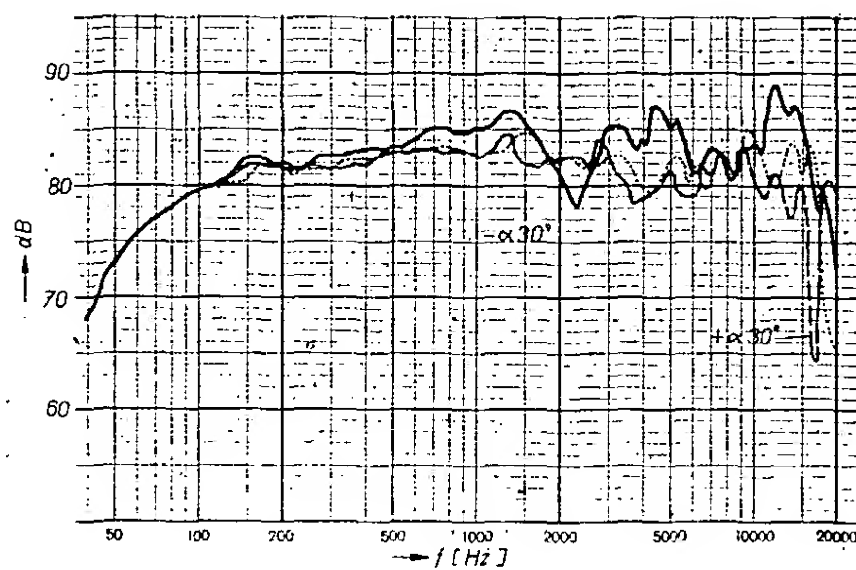
Jmenovitá impedance:	4 Ω (8 Ω).
Kmitočtový rozsah v tolerančním poli B podle obr. 10:	45 až 18 000 Hz.
Max. standardní příkon:	15 W.
Špičkový hudební příkon:	45 W.
Charakteristická citlivost:	85 dB/1 VA/1 m.
Použité reproduktory:	ARN 5604 (ARN 5608) ARV 3604 (ARV 3608)
Tlumení:	molitanem o tl. 3 mm, asi 320 g.
Druh ozvučnice:	uzavřená.
Volný objem ozvučnice:	11 dm³.
Vnější rozměry (v × š × h):	365 × 245 × 225 mm.



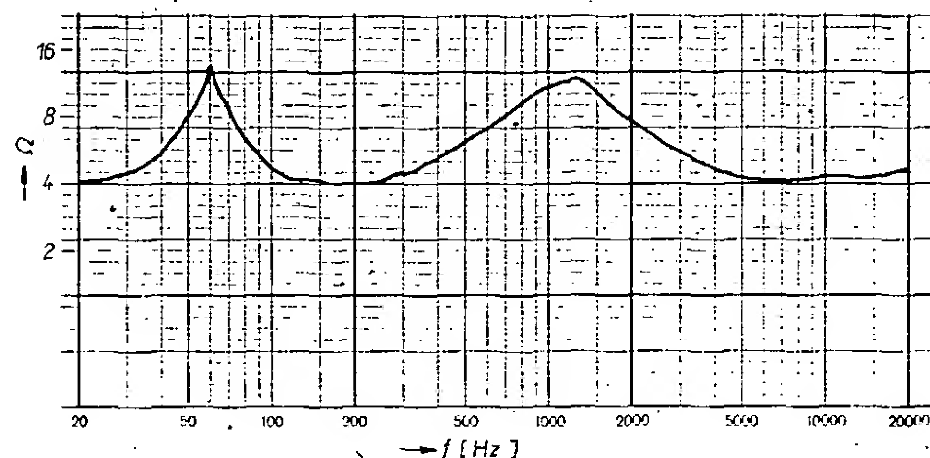
Obr. 36. *Kmitočtová charakteristika reproduktorové soustavy o objemu 12 l. Měřeno při příkonu 1 VA ($U_g = 2$ V) ve vzdálenosti 1 m; a – vyzařování do 2π, b – vyzařování do 4π*



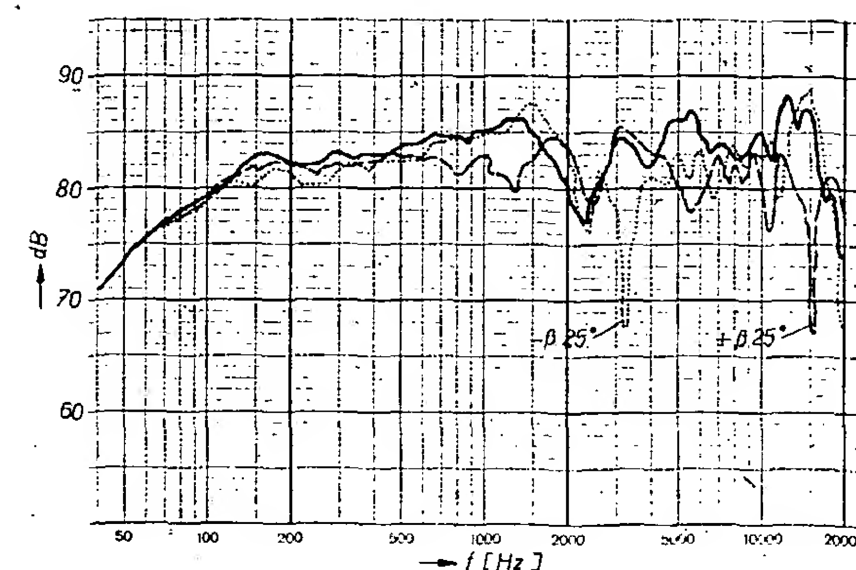
Obr. 35. *Kmitočtové průběhy svorkového napětí reproduktorů pro soustavu 12 l*



Obr. 38. *Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 12 l. Měřeno při příkonu 1 VA ($U_g = 2$ V) ve vzdálenosti 1 m v horizontální rovině v ose 0° a ve směru ±30° od osy*



Obr. 37. *Kmitočtový průběh vstupní impedance reproduktorové soustavy o objemu 12 l*



Obr. 39. *Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 12 l. Měřeno při příkonu 1 VA ($U_g = 2$ V) ve vzdálenosti 1 m ve vertikální rovině v ose 0° a ve směru ±25° od osy*

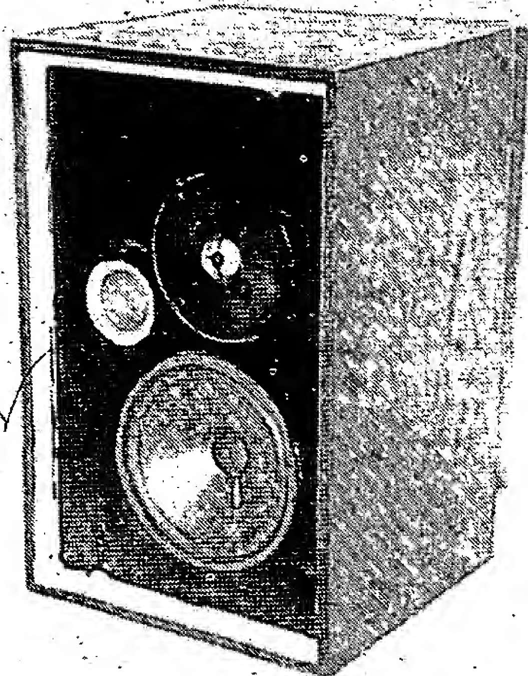
Dělicí kmitočet:	2500 Hz.
Výhybka:	druhého řádu, −12 dB/okt.
Nelineární zkreslení při příkonu 20 VA v kmitočtovém pásmu	
45 až 125 Hz:	7 %, max. 10 %,
125 až 250 Hz:	5 %, max. 7 %,
250 až 5000 Hz:	1 %, max. 3 %.

6.4 Reproduktorová soustava o vnitřním objemu 24 l s bas-reflexovou ozvučnicí

Návrh vyzařovacích jednotek

Tato reproduktorová soustava je navržena jednoduše, dostupně a levně, přitom výsledné vlastnosti soustavy jsou velmi dobré.

Vyzařovací jednotkou pro přenos hlubokotónových a středotónových signálů je reproduktor typu ARN 5604 (typ ARN 5608 pro verzi o jmenovité impedanci 8 Ω) a pro přenos signálů vysokých kmitočtů typ ARV 3604 (typ ARV 3608 pro verzi o jmenovité impedanci 8 Ω). Vlastnosti těchto reproduktorů byly uvedeny v kap. 2, umožňují zvolit optimální bas-reflexové ozvučnice o užitkovém objemu 22 l (volný objem 24 l). Celkový pohled na tuto soustavu je na obr. 40.



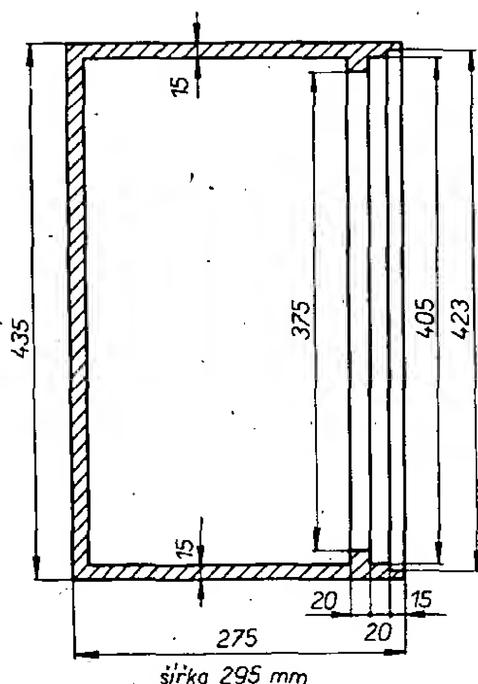
Obr. 40. Vnější vzhled reproduktorové skříňky o objemu 24 l

Bas-reflexová ozvučnice

Rezonanční kmitočet ozvučnice je f_{ozv} = 35 Hz. Dolní mezní kmitočet je f_d = 51 Hz.

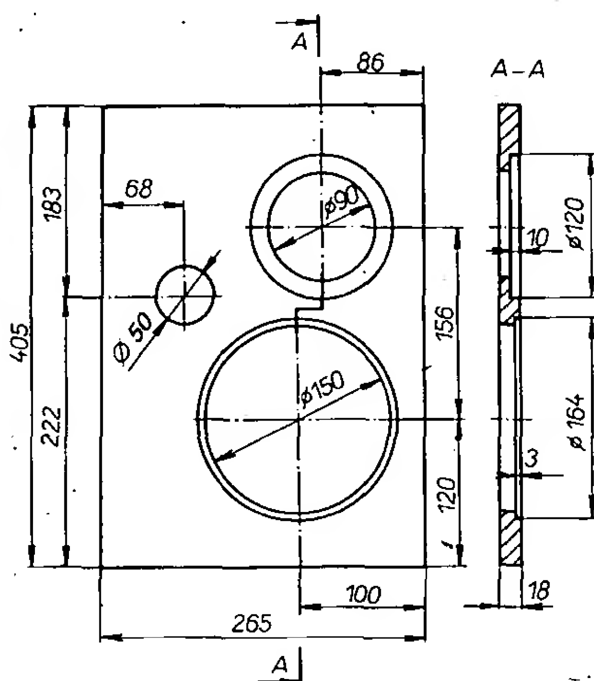
Helmholzův rezonátor ozvučnice má akustickou hmotnost *m* = 138. Nátrubek v ozvučnici pro tuto kombinaci je vidět na obr. 40. Tento nátrubek je z novodurové trubky o světlosti 45 mm a vnějším průměru 50 mm. Při světlosti hrdla trubky 45 mm je třeba, aby pro požadovanou akustickou hmotnost *m* měl nátrubek celkovou délku 155 mm. V důsledku toho, že je třeba zabránit ztrátám vznikajícím prouděním vzduchu, je novodurová trubka na svých koncích zaoblena. Pokud máme potřebný trn, můžeme trubku vytvarovat za tepla. Vnitřní stěna trubky musí být hladká, aby při proudění vzduchu nevznikaly nežádoucí pazvuky.

Rozměry této reproduktorové skříňky jsou na obr. 41. Skříňka je zhotovena z laťovky o tloušťce 15 mm, je ji třeba velmi dobře sklížit. Přední deska ozvučnice, na kterou jsou namontovány zářiče a bas-reflexový nátrubek, je zhotovena



Obr. 41. Rozměry a konstrukční uspořádání reproduktorové skříňky o objemu 24 l

z překližky o tloušťce 18 mm a její rozměry jsou na obr. 42. Je-li stěna ozvučnice zhotovena ze dvou navzájem slepených desek, jde o lepší provedení (viz obr. 13).



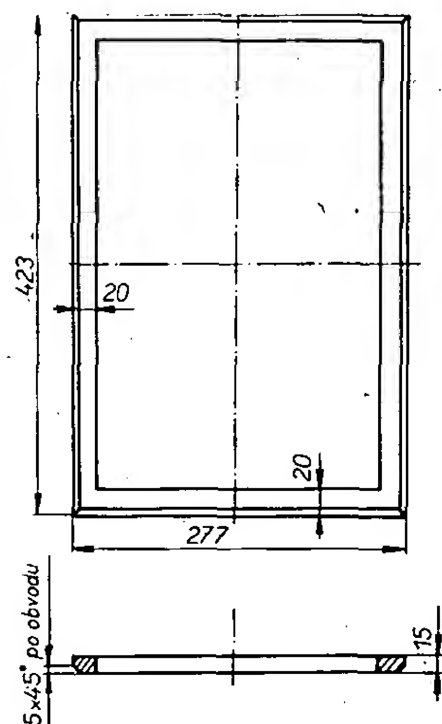
Obr. 42. Rozměry a konstrukční uspořádání přední stěny ozvučnice reproduktorové soustavy o objemu 24 l

Uvnitř skříňky jsou na zadních a bočních stěnách nalepeny, nebo napínáčky upevněny molitanové desky o tloušťce 20 mm o specifické hmotnosti asi 15 až 20 kg/m³.

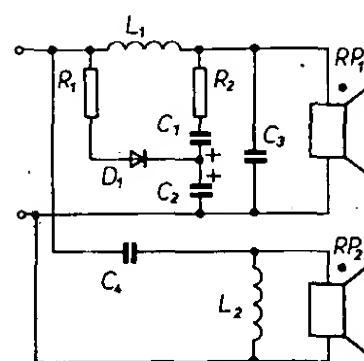
Skříňka je opatřena dřevěným rámečkem (viz obr. 43), na kterém je napnuta prodyšná černá tkanina. Výhybka soustavy je upevněna na dně skříňky.

Výhybka soustavy

U této soustavy byla zvolena pasívní výhybka druhého řádu se směrnicí kmitočtového průběhu −12 dB/okt. v oblasti, kde nastává útlum. Dělicí kmitočet byl



Obr. 43. Rozměry rámu pro reproduktorové soustavy o objemu 24 l



Obr. 44. Schéma zapojení výhybky reproduktorové soustavy o objemu 24 l

zvolen s ohledem na výsledné směrové a kmitočtové charakteristiky a je 2,5 kHz. Schéma zapojení výhybky s reproduktory je na obr. 44. Údaje v tab. 4 platí jak pro výhybku soustavy s impedancí 4 Ω, tak pro soustavy o jmenovité impedanci 8 Ω.

Naměřené výsledky

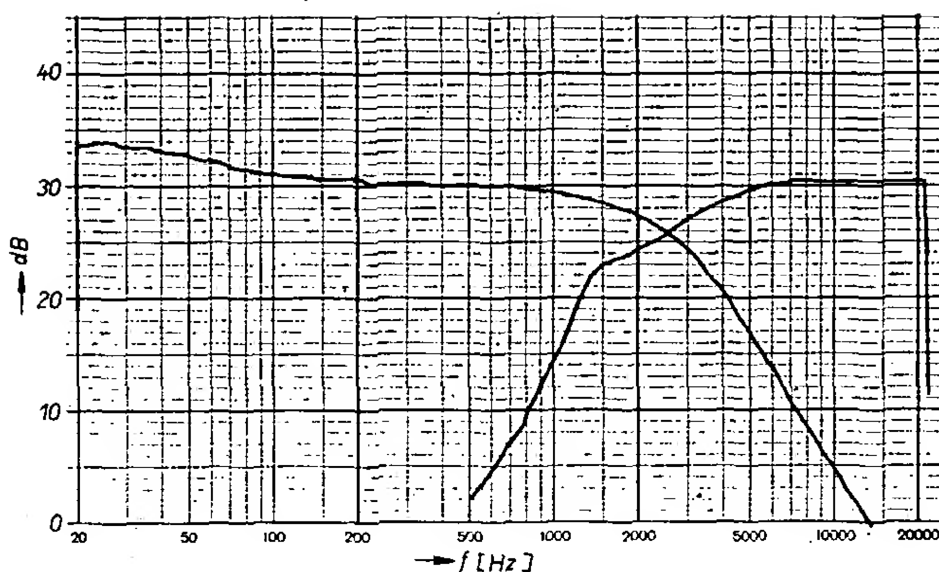
Před montáží reproduktorů se skříňka nalakuje, nadýhuje nebo namoří mořidlem. Reproduktorová soustava byla podrobena základnímu měření: Na obr. 45 je kmitočtový průběh svorkového napětí na hlubokotónovém a vysokotónovém reproduktoru při konstantním napětí na vstupu soustavy. Kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy je na obr. 46. Kmitočtový průběh soustavy v slyšitelném pásmu je patrný z obr. 47. Směrové vlastnosti tohoto systému jsou uvedeny na obr. 48.a na obr. 49. Citlivost soustavy je uvedena na obr. 47.

Shrneme-li naměřené výsledky, lze tuto reproduktorovou soustavu zařadit do skupiny velmi kvalitních výrobků. Svými elektroakustickými vlastnostmi, rozměry a pořizovací cenou je soustava vhodná pro ozvučení obývacího pokoje o vnitřním objemu asi 50 m³.

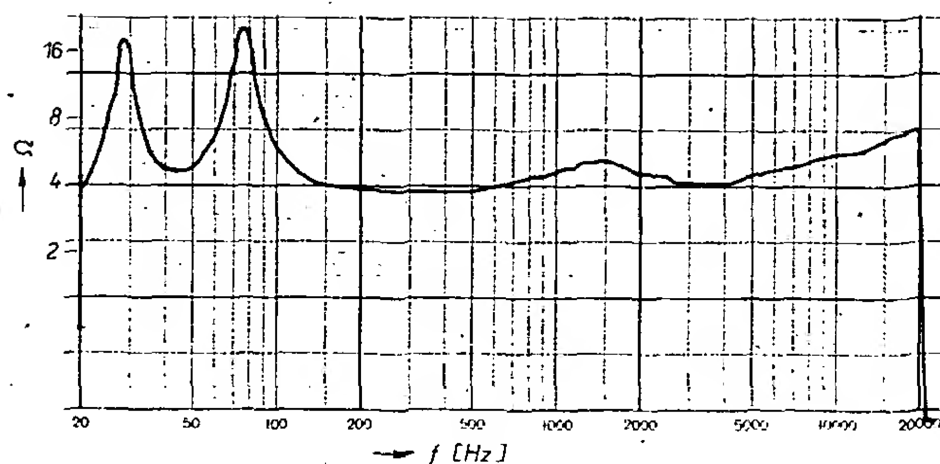
Tab. 4. Prvky výhybky

Osazení	Impedance [Ω]	L_1 [mH]	L_2 [mH]	C_1 [μF]	C_2 [μF]	C_3 [μF]	C_4 [μF]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	D_1
RP₁-ARN 5604 RP₂-ARV 3604	4 4	0,5	0,5	50	50	8	8	100	2,9	KA207
RP₁-ARN 5608 RP₂-ARV 3508	8 8	1	1	25	25	4	4	100	8	KA207

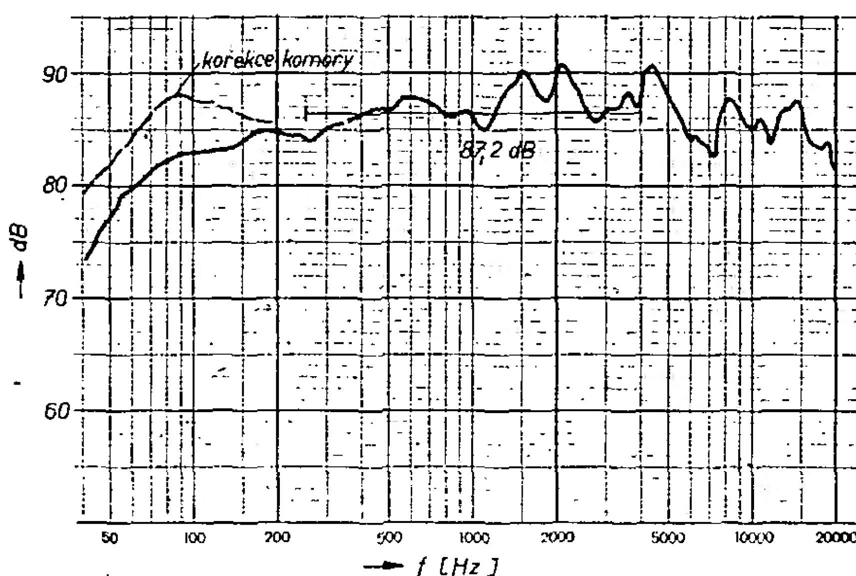
C_1 a C_2 ... TE 988



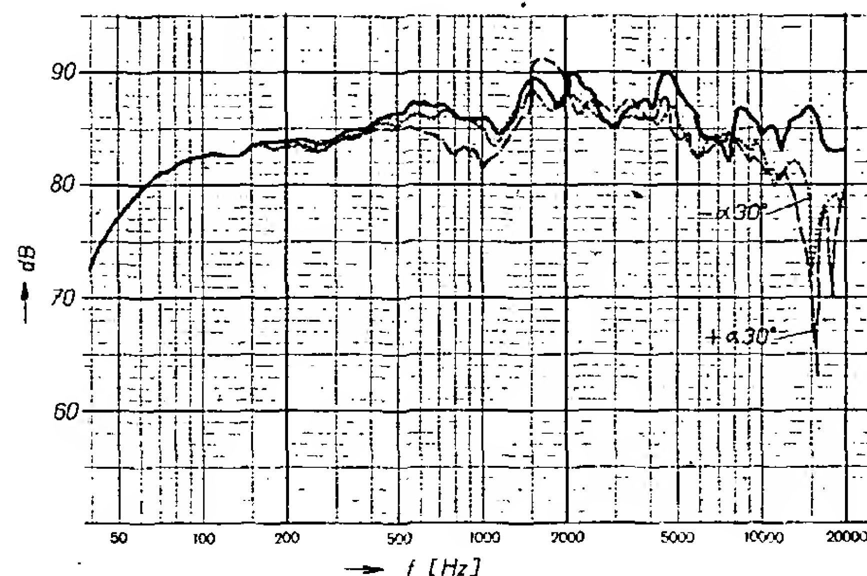
Obr. 45. Kmitočtový průběh svorkových napětí reproduktorů v soustavě o objemu 24 l



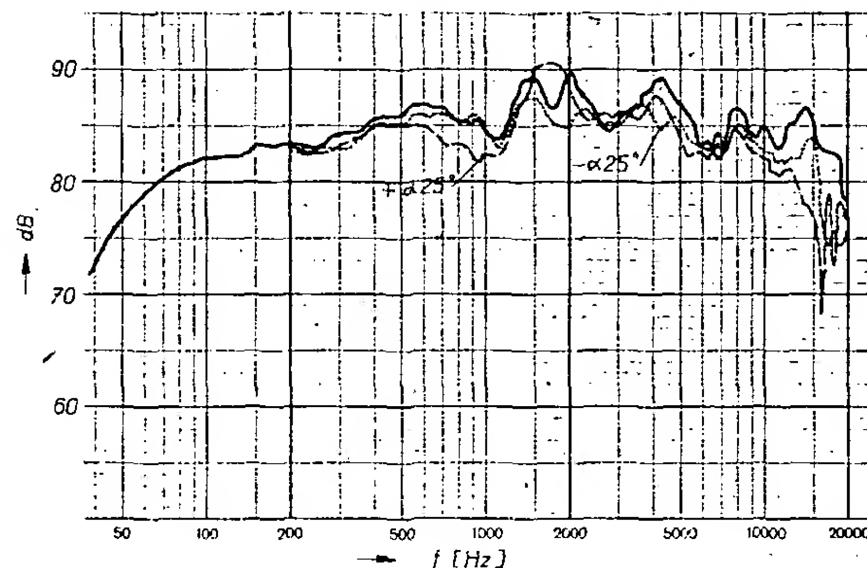
Obr. 46. Kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy o objemu 24 l



Obr. 47. Kmitočtová charakteristika reproduktorové soustavy o objemu 24 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m



Obr. 48. Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 24 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m v horizontální rovině v ose 0° a ve směru ±30° od osy.



Obr. 49. Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 24 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V), ve vzdálenosti 1 m ve vertikální rovině v ose 0° a ve směru ±25° od osy

Technické parametry

Jmenovitá impedance:	4 Ω (8 Ω).
Kmitočtový rozsah v tolerančním poli A podle obr. 10:	50 až 18 000 Hz.
Max. standardní příkon:	15 W.
Max. hudební příkon:	45 W.
Charakteristický příkon pro vybuzení hladiny akustického tlaku 94 dB ve vzdálenosti 1 m v ose soustavy:	5 W.
Charakteristická citlivost:	87 dB/1 VA/1 m.
Použité reproduktory:	ARN 5604 (ARN 5608) ARV 3604 (ARV 3608)
Druh ozvučnice:	bas-reflexová.
Volný objem ozvučnice:	22 dm³.
Vnější rozměry (v × š × h):	435 × 295 × 275 mm.
Rezonanční kmitočet:	35 Hz.
Dělicí kmitočet:	2,5 kHz.
Výhybka:	druhého řádu, −12 dB/okt.
Nelineární zkreslení při příkonu 1,5 VA v kmitočtovém pásmu	
50 až 125 Hz:	≦1,5 %,
125 až 250 Hz:	≦0,5 %,
250 až 5000 Hz:	≦0,3 %.

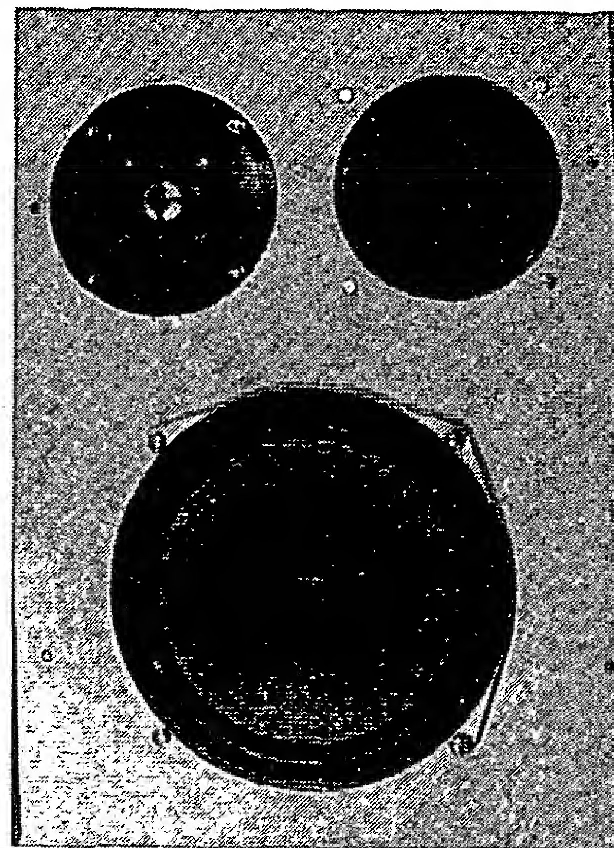
6.5 Reproduktorová soustava o vnitřním objemu 30 l

Návrh vyzařovacích jednotek

Tato soustava je třípásmovou soustavou o vnitřním objemu 30 dm³ se standardním příkonem 25 VA a o vnějších rozměrech 500 × 330 × 290 mm. Vyzařovací jednotkou pro přenos hlubokotónových signálů je reproduktor typu ARN 6604 pro soustavu 4 Ω, pro soustavu 8 Ω je to ARN 6608. Přenos středotónových signálů zajišťuje reproduktor ARZ 4604 (ARZ 4608). Vyzařovací jednotkou pro reprodukci vysokých kmitočtů je reproduktor ARV 3604 (ARV 3608). Celkový vzhled této soustavy je na obr. 50.

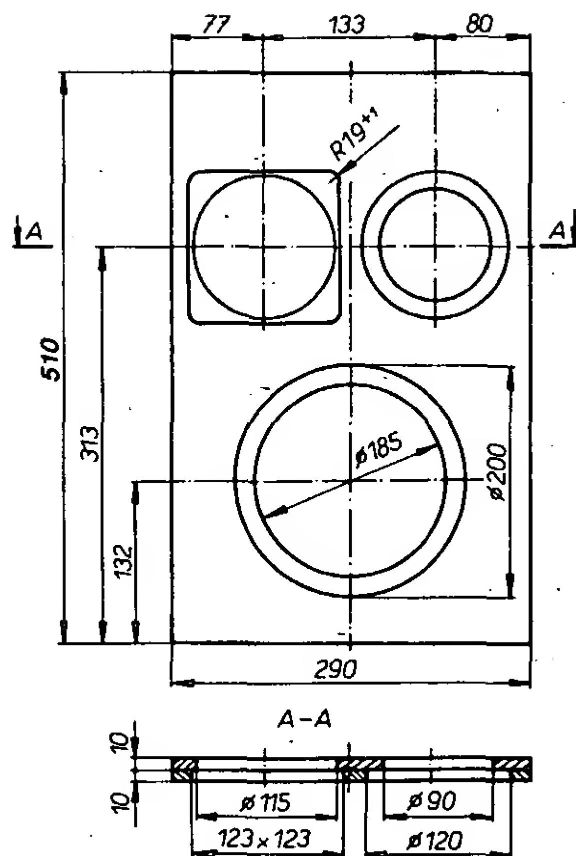
Řešení ozvučnice

Ozvučnici soustavy tvoří zcela uzavřená skříň, jejíž rozměry, tvar a uspořádání jsou na obr. 51. Ozvučnice je vyrobena z laťovky o tloušťce 20 mm, přední část ozvučnice, na které jsou upevněny reproduktory, má též tloušťku 20 mm (viz obr. 52). Skříňka je namořena tmavým mořidlem. Skříňka je dále opatřena dřevěným

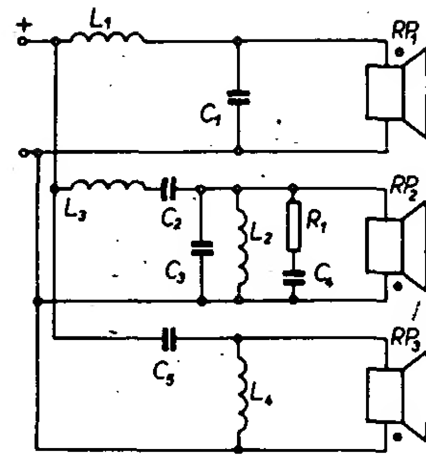


Obr. 50. Vnější vzhled přední stěny ozvučnice soustavy o objemu 30 l

Obr. 51. *Rozměry a tvar skříňky soustavy o objemu 30 l*



Obr. 52. *Přední stěna ozvučnic reproduktorové soustavy o objemu 30 l*



Obr. 53. *Schéma zapojení výhybky reproduktorové soustavy o objemu 30 l*

Tab. 5. Prvky výhybky

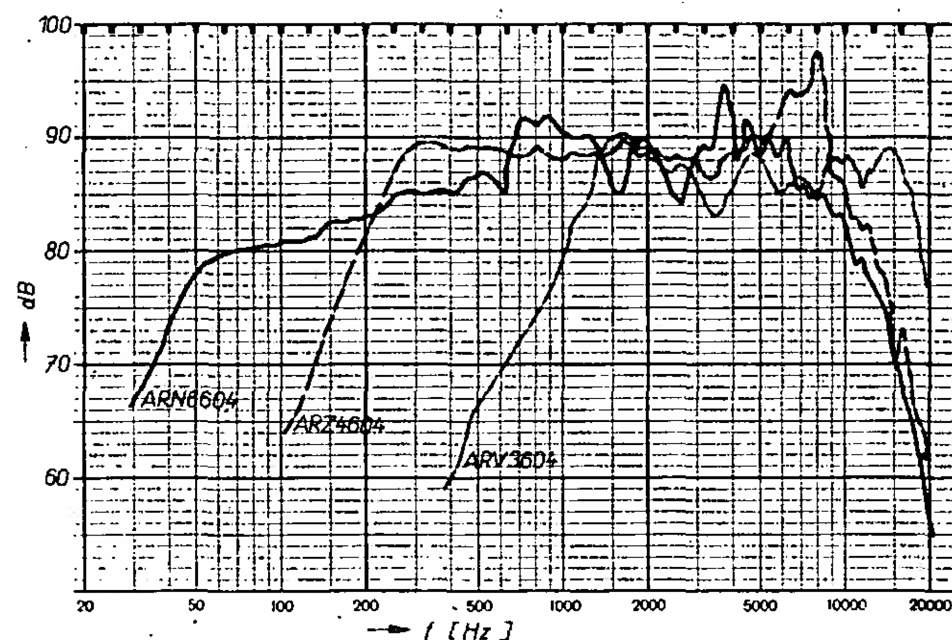
Osazení	Impedance [Ω]	L_1 [mH]	L_2 [mH]	L_3 [mH]	L_4 [mH]	C_1 [μF]	C_2 [μF]	C_3 [μF]	C_4 [μF]	C_5 [μF]	R [Ω]
RP_1-ARN 6604 RP_2-ARZ 4604 RP_3-ARV 3604	4 4 4	2,5	2,5	0,43	0,43	40	40	14	8	10	5
RP_1-ARN 6608 RP_2-ARZ 4608 RP_3-ARV 3608	8 8 8	5	5	0,86	0,86	20	20	7	4	5	10

rámečkem, na kterém je napnuta elastická tkanina. Rámeček je upevněn na přední části ozvučnice. Reproduktory jsou při montáži na ozvučnici utěsněny molitanovým samolepicím páskem o šířce 15 mm. Skříňka je sklížena a utěsněna co nejdůkladněji. Vnitřní stěny jsou polepeny prodyšným molitanem o tloušťce 20 mm a specifické hmotnosti 15 až 20 kg/m³.

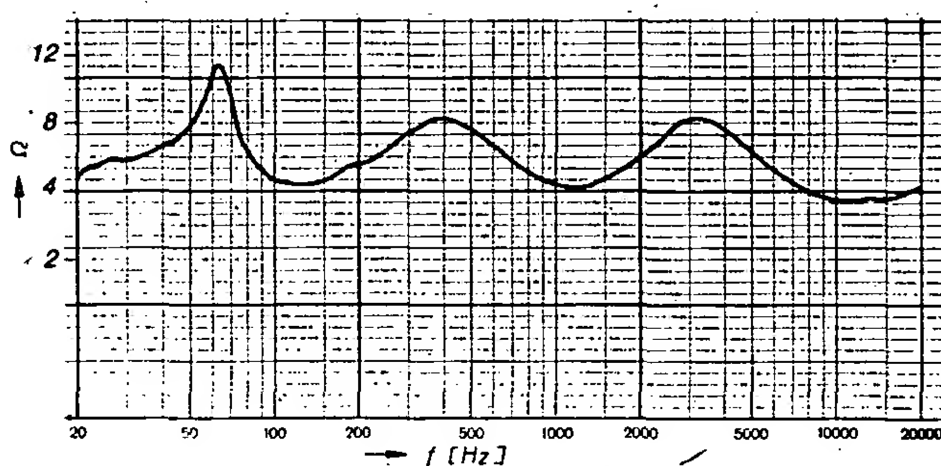
Výhybka soustavy

Výhybka této soustavy je druhého řádu se směrnicí kmitočtového průběhu −12 dB/okt. Schéma zapojení výhybky je na obr. 53. Použité součástky jsou uvedeny v tab. 5.

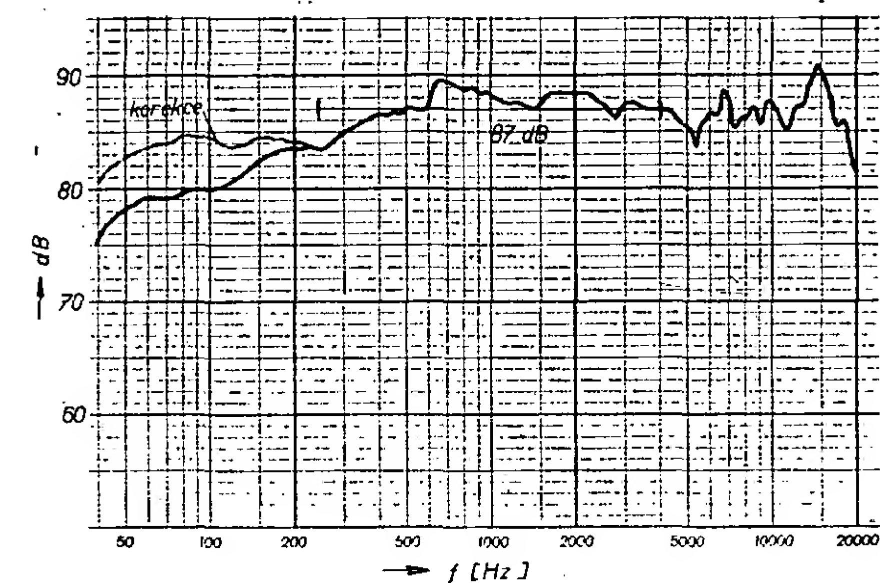
Součásti výhybky jsou upevněny na pertinaxové desce o tloušťce asi 5 mm, která je upevněna na dně reproduktorové skříně.



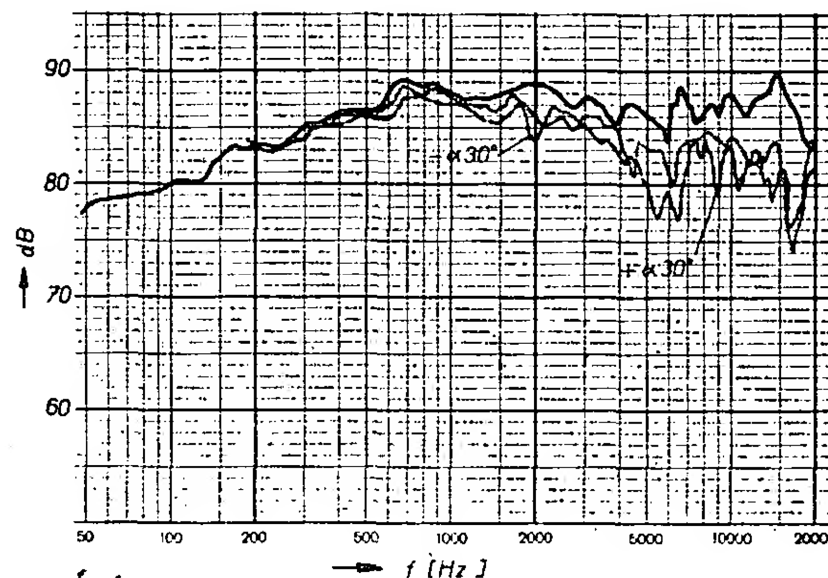
Obr. 54. *Kmitočtové charakteristiky reproduktorů v soustavě 30 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1m*



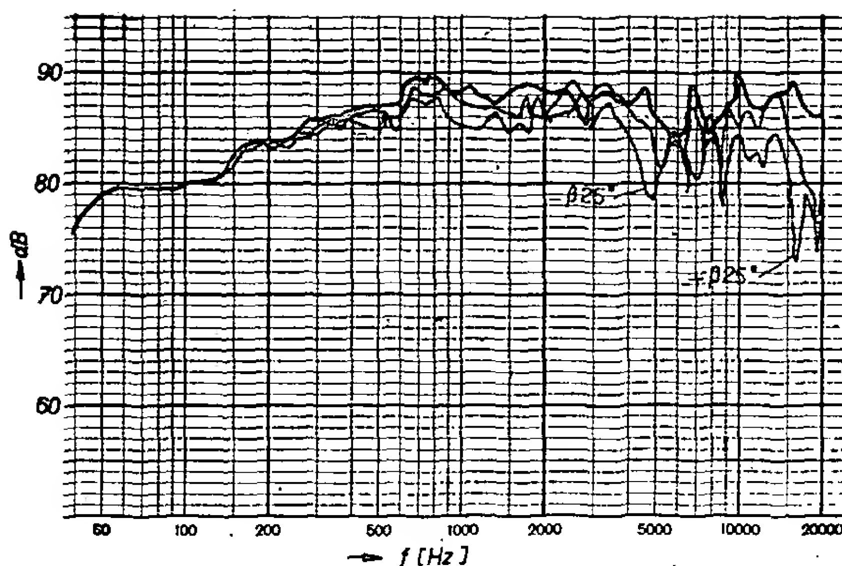
Obr. 55. *Kmitočtový průběh vstupní impedance reproduktorové soustavy o objemu 30 l*



Obr. 56. *Kmitočtová charakteristika reproduktorové soustavy o objemu 30 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m*



Obr. 57. *Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 30 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m v horizontální rovině v ose 0° a ve směru ±30° od osy*



Obr. 58. *Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 30 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m ve vertikální rovině v ose 0° a ve směru ±25° od osy*

Naměřené výsledky

Kmitočtové charakteristiky reproduktorů ve skříni o obsahu 30 l jsou na obr. 54.

Kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy je na obr. 55. Kmitočtová charakteristika soustavy je na obr. 56. Směrové vlastnosti těchto reproduktorových soustav měřené v horizontální a vertikální rovině jsou na obr. 57 a 58. Charakteristická citlivost soustavy je patrná z obr. 56.

Z naměřených údajů můžeme konstatovat, že tuto třípásmovou soustavu lze zařadit do skupiny velmi kvalitních reproduktorových soustav. Svými akustickými vlastnostmi je velmi vhodná pro kvalitní přenos hudby téměř všech žánrů a je vhodná do bytových jednotek středního rozměru. Lze ji připojit do velmi kvalitního řetězce elektroakustických zařízení.

Technické parametry

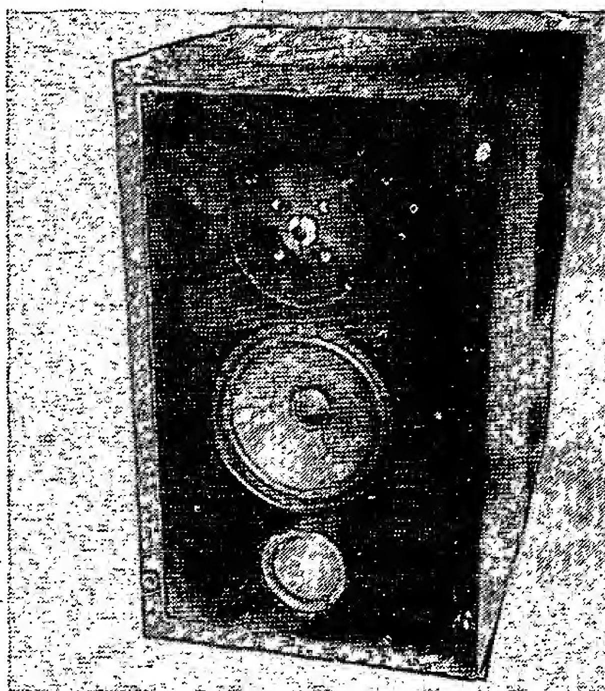
Jmenovitá impedance:	4 Ω (8 Ω).
Max. standardní příkon:	25 W.
Špičkový hudební příkon:	75 W.
Kmitočtový rozsah v tolerančním poli A podle obr. 10:	35 Hz až 18 000 Hz.
Charakteristická citlivost:	86 dB/1 VA/1 m.
Použité reproduktory:	ARN 6604 (ARN 6608) ARZ 4604 (ARZ 4608) ARV 3604 (ARV 3608)
Druh ozvučnice:	uzavřená.
Volný objem ozvučnice:	28 dm³.
Vnější rozměry (v × š × h):	530 × 330 × 290 mm.
Dělicí kmitočet:	500 Hz; 3000 Hz.
Výhybka:	druhého řádu, −12 dB/okt.
Nelineární zkreslení při příkonu 2,5 VA v kmitočtovém pásmu	
40 až 125 Hz:	3 %,
125 až 250 Hz:	2 %,
250 až 5000 Hz:	1 %.

6.6 Reproduktorová soustava o vnitřním objemu 34 l s bas-reflexovou ozvučnicí

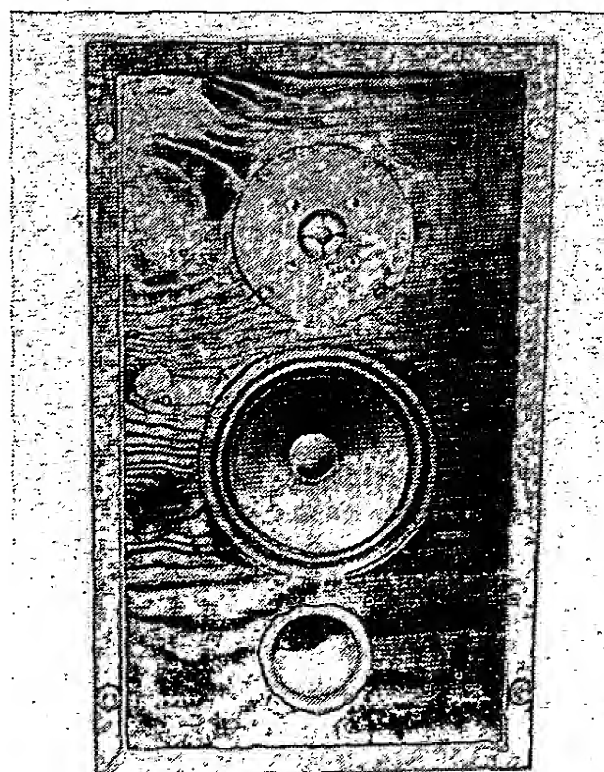
Návrh vyzařovacích jednotek

Tato reproduktorová soustava o vnitřním objemu 34 l je zlepšeným provedením soustavy o vnitřním objemu 24 l. Její přenosové vlastnosti jsou poněkud lepší, především na nízkých kmitočtech. Lze ji zařadit do nejvyšší kvalitativní skupiny.

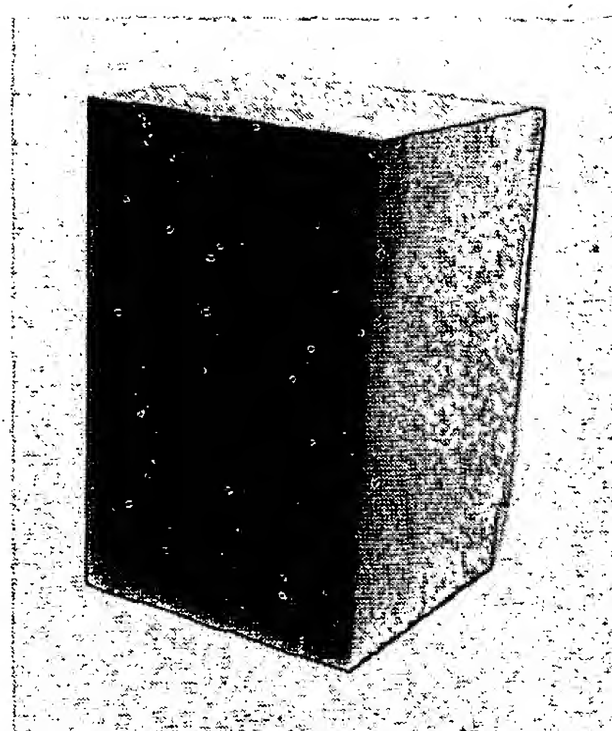
Pro přenos signálů hlubokých a středních kmitočtů je použit reproduktor typu ARN 5604. Pokud je požadována jmenovitá impedance 8 Ω, lze použít reproduktor typu ARN 5608. Pro přenos signálů vysokých kmitočtů je použit vrchlíkový reproduktor typ ARV 3604 (ARV 3608 pro verzi 8 Ω). Při návrhu soustavy se opět vycházelo z vlastností zvolených reproduktorů pro navrženou bas-reflexovou ozvučnici s užitkovým objemem 33 l (volný objem asi 34 l).



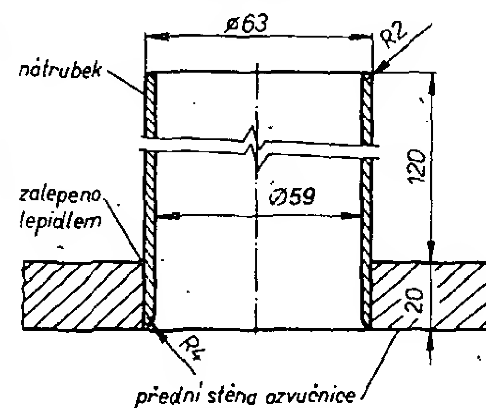
Obr. 59. *Vnější vzhled reproduktorové soustavy o objemu 34 l*



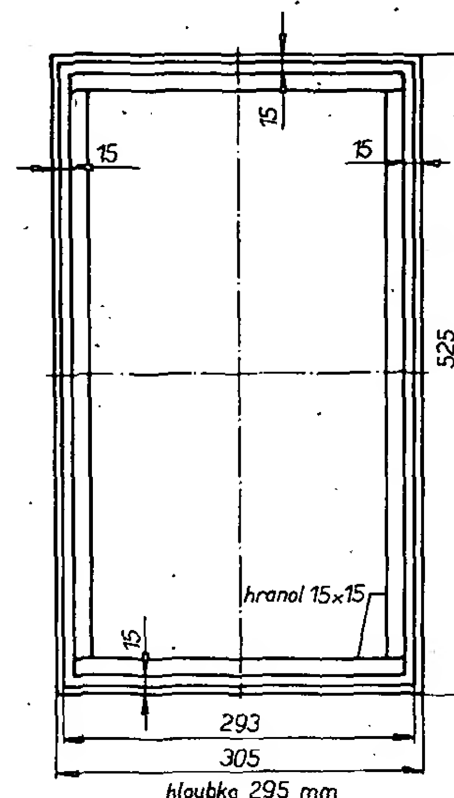
Obr. 60.



Obr. 61.



Obr. 62. *Tvar nátrubku bas-reflexové ozvučnice v soustavě o objemu 34 l*



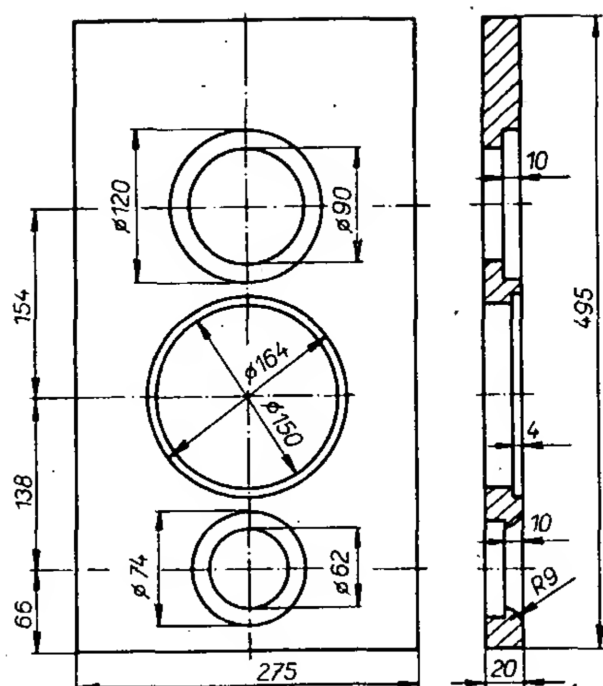
Obr. 63. *Rozměry skříňky soustavy o objemu 34 l*

Pohled na tuto reproduktorovou soustavu je na obr. 59 až 61.

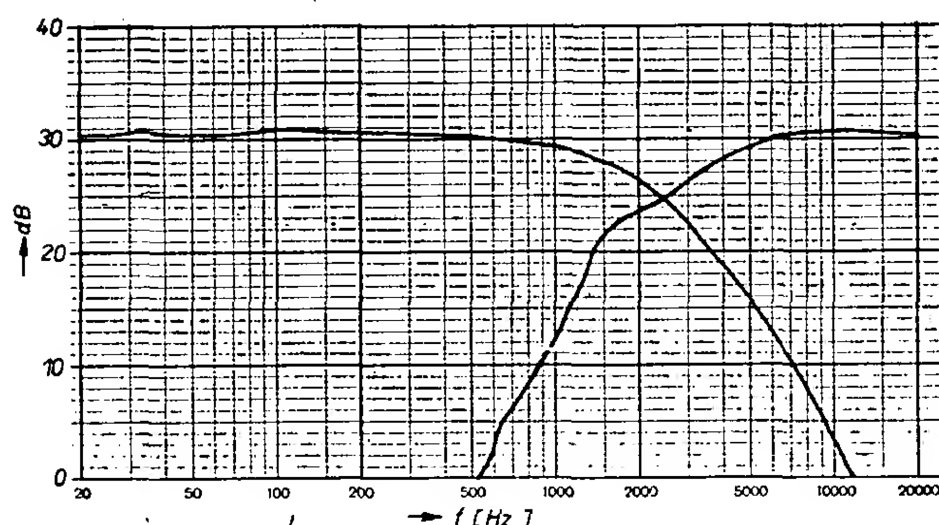
Bas-reflexová ozvučnice

Rezonanční kmitočet ozvučnice byl volen s ohledem na vyrovnanější kmitočtový průběh tak, aby amplituda membrány hlubokotónového reproduktoru nebyla příliš velká, f_{ozv} = 37 Hz. Pro tuto ozvučnici vychází dolní mezní kmitočet f_d = 40 Hz.

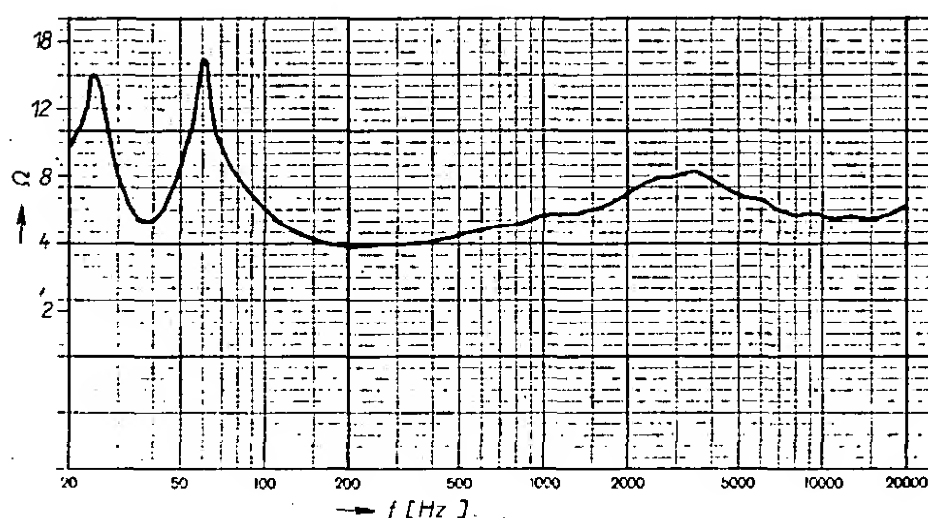
Nátrubek pro bas-reflexovou ozvučnici je na obr. 62. Tento nátrubek je z běžně dostupné novodurové trubky o světlosti 59 mm s vnějším průměrem 63 mm, jeho



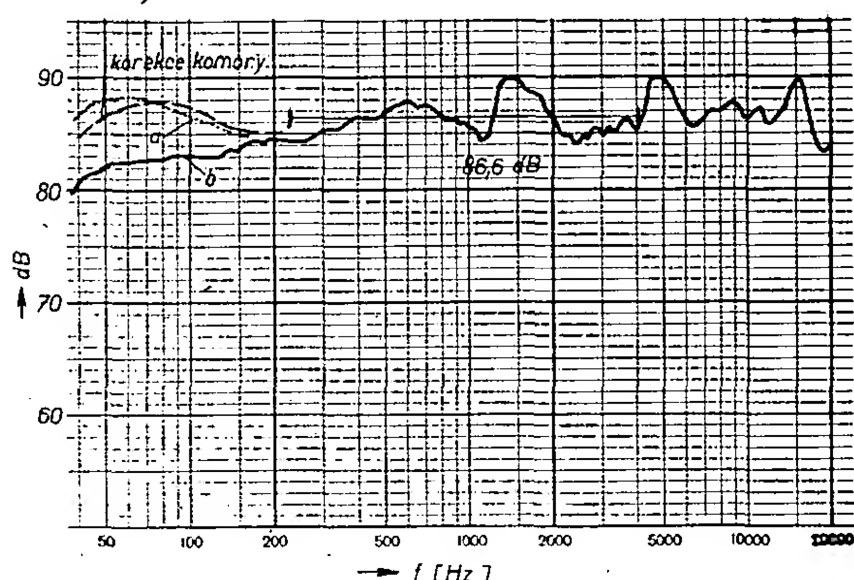
Obr. 64. *Přední stěna ozvučnice reproduktorové soustavy o objemu 34 l*



Obr. 65. *Kmitočtový průběh svorkových napětí reproduktorů v soustavách o objemu 34 l*



Obr. 66. *Kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy o objemu 34 l*



Obr. 67. *Kmitočtová charakteristika reproduktorové soustavy o objemu 34 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V), ve vzdálenosti 1 m; a – vyzařování do 2π, b – vyzařování do 4π*

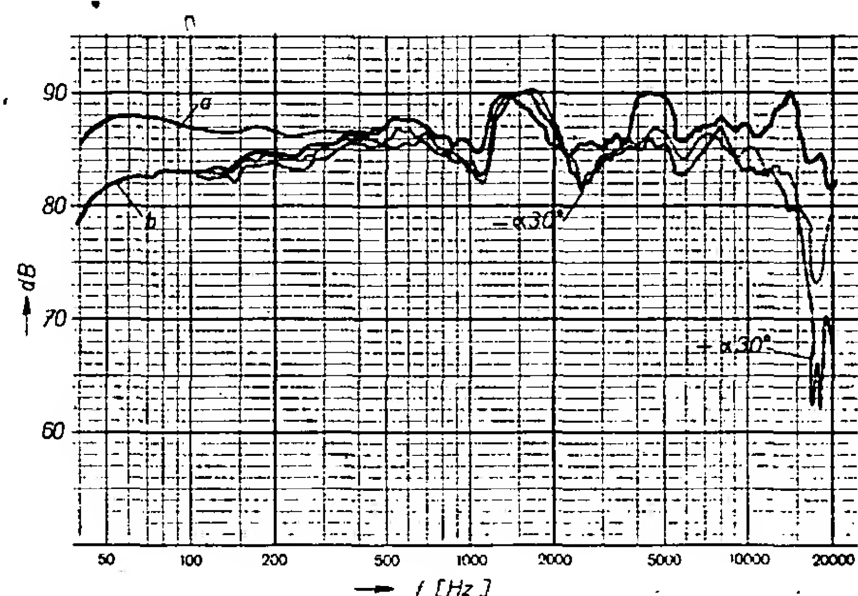
celková délka je 140 mm. Rozměry skříňky jsou na obr. 63. Skříňka je zhotovena z laťovky o tloušťce 15 až 18 mm. Přední část ozvučnice, na které jsou připevněny reproduktory a nátrubek, je na obr. 64. Je zhotovena z překližky o tloušťce 18 mm. Ozvučnici je lépe vyrobit ze dvou překližek tloušťky 10 a 8 mm s předem vyříznutými děrami. Takto připravené překližkové desky pak slepíme po celé ploše. Na vnitřních stěnách – zadních a bočních – jsou upevněny molitanové desky o tloušťce 20 mm a o specifické hmotnosti 15 až 20 kg/m³. Přední stěna skříňky je opatřena dřevěným rámečkem, podobným tomu, jaký byl použit u reproduktorové soustavy o vnitřním pbjemu 24 l, na kterém je prodyšná černá tkanina.

Výhybka soustavy

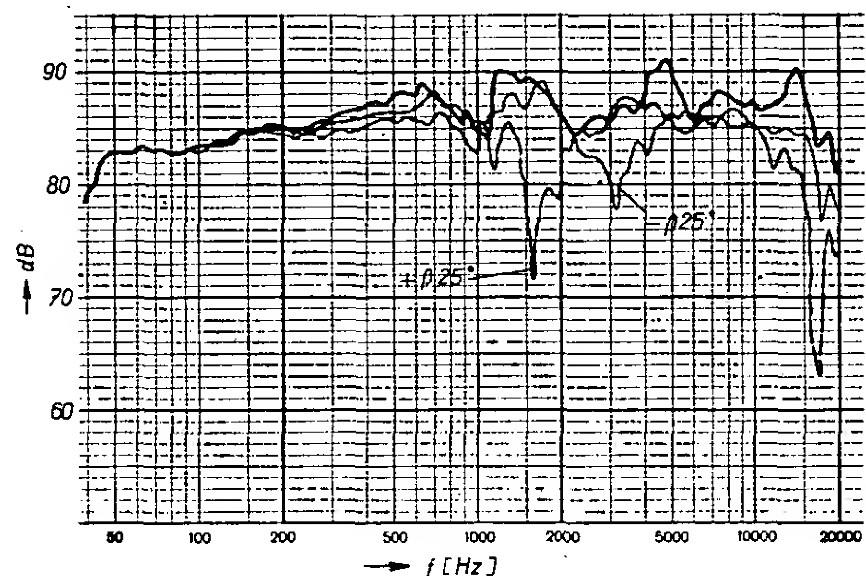
Pro tuto reproduktorovou soustavu byla zvolena pasívní výhybka druhého řádu se směrnicí kmitočtového průběhu −12 dB/okt, obdobná jako výhybky pro soustavy o vnitřním objemu 24 l. Schéma zapojení výhybky je na obr. 44 a údaje jejích prvků jsou uvedeny v tab. 4.

Naměřené výsledky

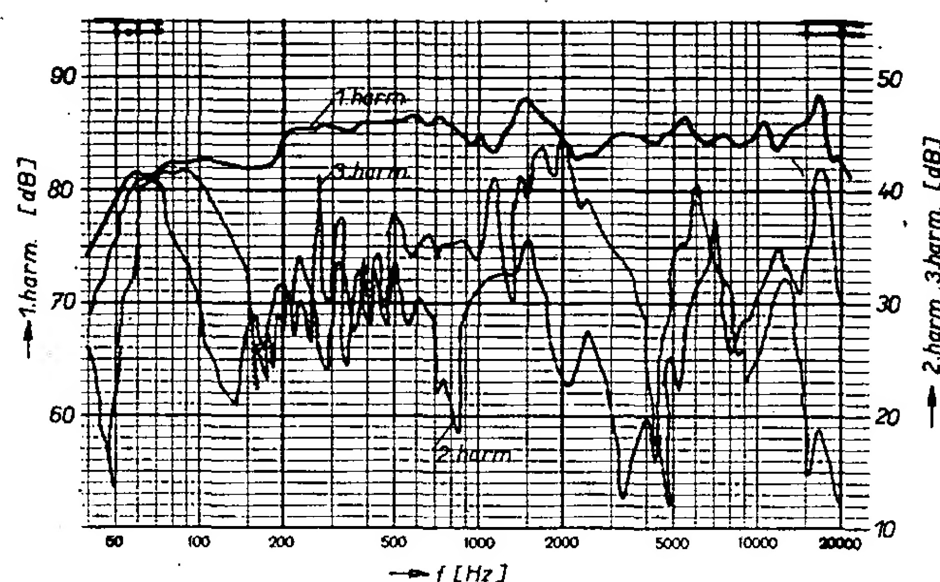
Kmitočtový průběh svorkových napětí



Obr. 68. *Směrové vlastnosti soustavy o objemu 34 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m v horizontální rovině v ose 0° a ve směru ±30° od osy*



Obr. 69. *Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 34 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m ve vertikální rovině v ose 0° a ve směru ±25° od osy*



Obr. 70. *Kmitočtové charakteristiky (první, druhé a třetí harmonické) reproduktorové soustavy o objemu 34 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m*

hlubokotónového a vysokotónového reproduktoru při konstantním napětí na vstupu soustavy je na obr. 65. Vstupní impedance v závislosti na kmitočtech je na obr. 66. Kmitočtový průběh soustavy v slyšitelném pásmu je na obr. 67. Směrové vlastnosti této soustavy jsou na obr. 68 a 69. Kmitočtové závislosti zkreslení druhou a třetí harmonickou při příkonu 1 VA jsou na obr. 70. Charakteristická citlivost v pásmu 250 Hz až 4000 Hz je zřejmá z obr. 67.

Z naměřených výsledků, objektivních měření a subjektivních hodnocení lze tuto dvoupásmovou reproduktorovou soustavu zařadit do nejkvalitnější skupiny. Je velmi vhodná k zapojení do řetězce domácího velmi jakostního elektronického zařízení – HiFi. S touto soustavou lze ozvučit obytný prostor 50 až 70 m³. Pro svou velmi vyrovnanou kmitočtovou charakteristiku je vhodná jak pro reprodukci vážné, tak i populární hudby.

Technické parametry

Jmenovitá impedance:	4 Ω (8 Ω).
Kmitočtový rozsah v tolerančním poli A podle obr. 10:	40 až 18 000 Hz.
Max. standardní příkon:	15 W.
Max. hudební příkon:	45 W.
Charakteristický příkon pro akustický tlak 94 dB ve vzdálenosti 1 m v ose soustavy:	5 W.
Charakteristická citlivost:	87 dB/1 VA/1 m.
Použité reproduktory:	ARN 5604 (ARN 5608) ARV 3604 (ARV 3608)
Druh ozvučnice:	bas-reflexová.
Volný objem ozvučnice:	32 dm³.
Vnější rozměry (v × š × h):	525 × 305 × 295 mm.
Rezonanční kmitočet:	37 Hz.
Dělicí kmitočet:	2,5 kHz.
Výhybka:	druhého řádu, −12 dB/okt.
Nelineární zkreslení při příkonu 2 VA v kmitočtovém pásmu	
40 až 125 Hz:	1,5 %,
125 až 250 Hz:	0,5 %,
250 až 5000 Hz:	0,3 %.

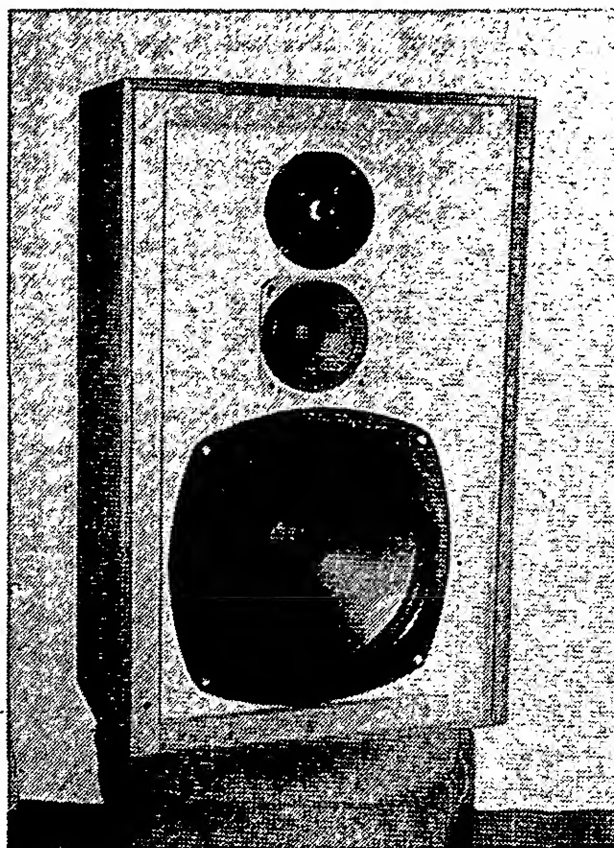
6.7 Reproduktorová soustava o vnitřním objemu 54 l

Návrh vyzařovacích jednotek

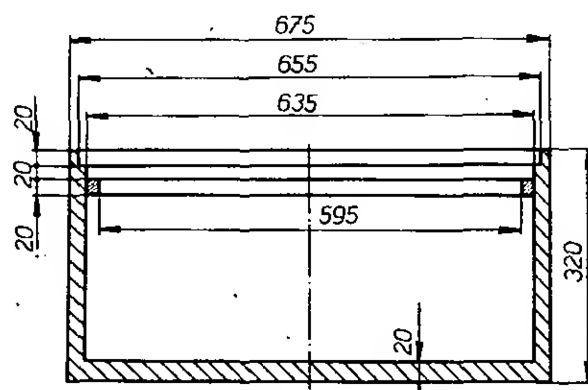
Tato reproduktorová soustava je třípásmovou soustavou o vnitřním objemu 54 l se standardním příkonem 40 VA. Pro přenos signálů nízkých kmitočtů byl zvolen reproduktor typu ARN8604 pro 4 Ω (nebo ARN 8608 pro 8 Ω). Přenos signálů středních kmitočtů zajišťuje středotónový reproduktor ARZ 4604 (ARZ 4608). Vyzařování signálů vysokých kmitočtů zajišťuje vysokotónový reproduktor ARV 3604 (ARV 3608). Celkový vzhled této soustavy je na obr. 71.

Řešení ozvučnice

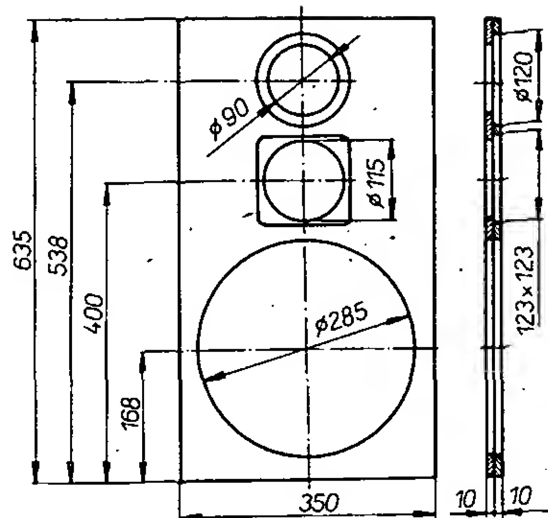
Ozvučnici soustavy tvoří zcela uzavřená skříň, jejíž rozměry a tvar jsou na obr. 72. Ozvučnice je vyrobena z překližky o tloušťce 20 mm (nebo z dřevotřískové desky). Přední stěna ozvučnice se skládá ze dvou překližkových desek tloušťky 10 mm (tedy tloušťky celkem 20 mm), které jsou po vyříznutí a úpravě děr pro reproduktory velmi dobře slepeny (viz obr. 73). Vnější úpravu skříňky lze udělat podle vlastního uvážení (dýhovat, lakovat, mořit nebo polepit tapetou). Skříňka se opatřuje dřevěným rámečkem, na který se



Obr. 71. Vnější vzhled reproduktorové soustavy o objemu 54 l



Obr. 72. Rozměry a konstrukční uspořádání soustavy o objemu 54 l



Obr. 73. Přední stěna ozvučnice reproduktorové soustavy o objemu 54 l

vypne nejlépe černá (hnědá nebo jiná) elastická průdyšná tkanina. Reproduktory na ozvučnici musí být velmi pečlivě utěsněny. Vnitřek skříňky je utlumen molitanem tloušťky 20 mm, který je nalepen anebo jinak upevněn na stěnách.

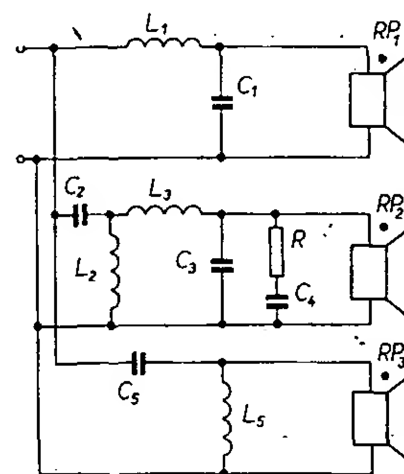
Výhybka soustavy

Je zvolena pasívní výhybka druhého řádu se směrnicí kmitočtového průběhu −12 dB/okt. Schéma zapojení výhybky je na obr. 74. Údaje součástek výhybky jsou uvedeny v tab. 6. Kompletně zhotovená výhybka namontovaná na pertinaxové desce o tloušťce 5 mm je upevněna ke dnu skříňky.

Naměřené výsledky

Kmitočtový průběh svorkového napětí na reproduktorech při konstantním napětí na vstupu soustavy je na obr. 75.

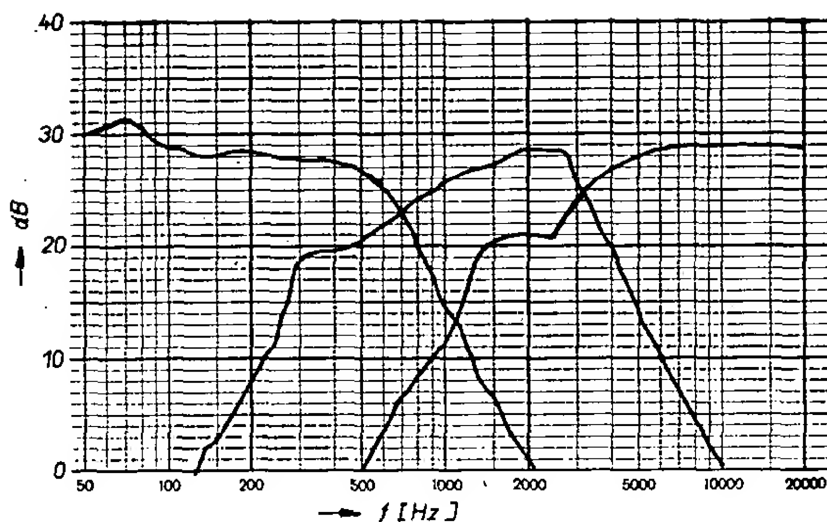
Důležitým parametrem je kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy, který je na obr. 76. Kmitočtová charakteristika této soustavy je patrná z obr. 77. Směrové charakteristiky této kombinace měřené v horizontální rovině jsou na obr. 78.



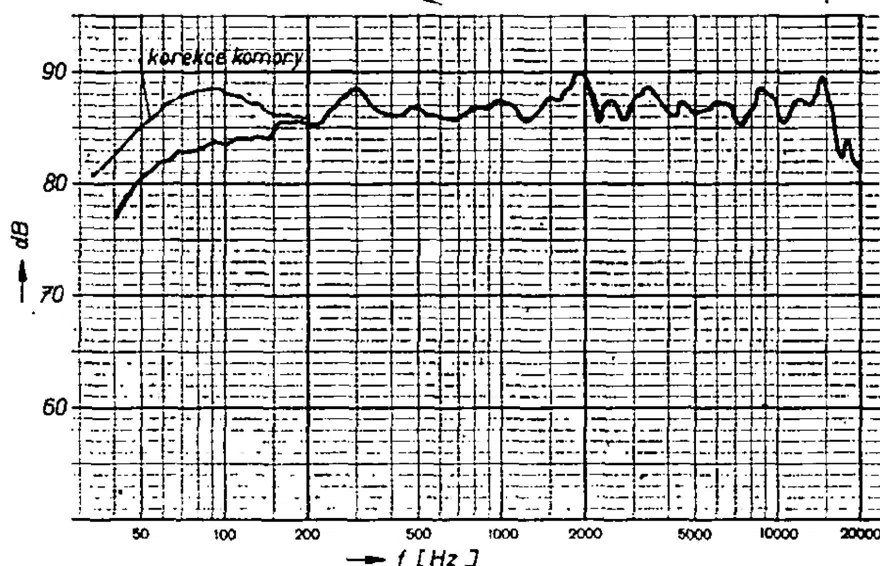
Obr. 74. Schéma zapojení výhybky reproduktorové soustavy o objemu 54 l

Tab. 6. Prvky výhybky

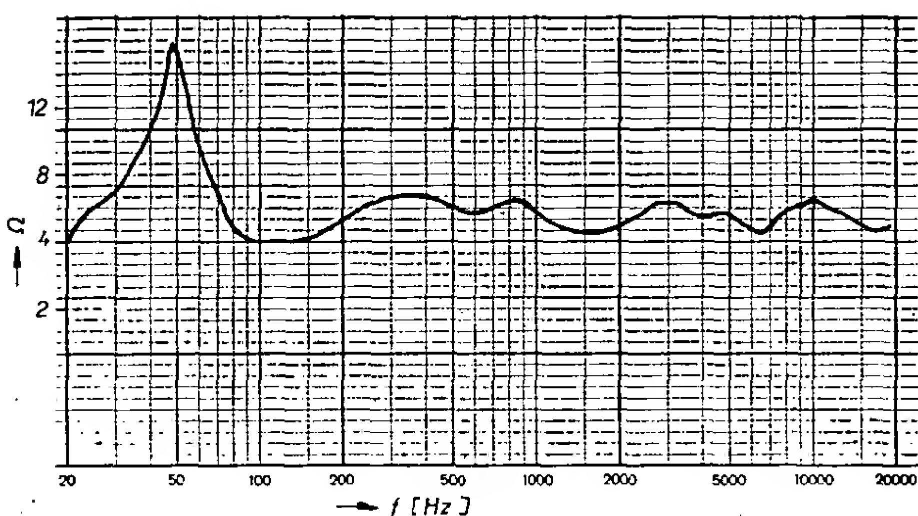
Osazení	Impedance [Ω]	L_1 [mH]	L_2 [mH]	L_3 [mH]	L_4 [mH]	C_1 [μF]	C_2 [μF]	C_3 [μF]	C_4 [μF]	C_5 [μF]	R [Ω]
RP_1-ARN 8604 RP_2-ARZ 4604 RP_3-ARV 3604	4 4 4	3,3	3	0,45	0,45	64	24	16	6	8	5
RP_1-ARN 8608 RP_2-ARZ 4608 RP_3-ARV 3608	8 8 8	6,6	6	0,9	0,9	32	12	8	3	4	10



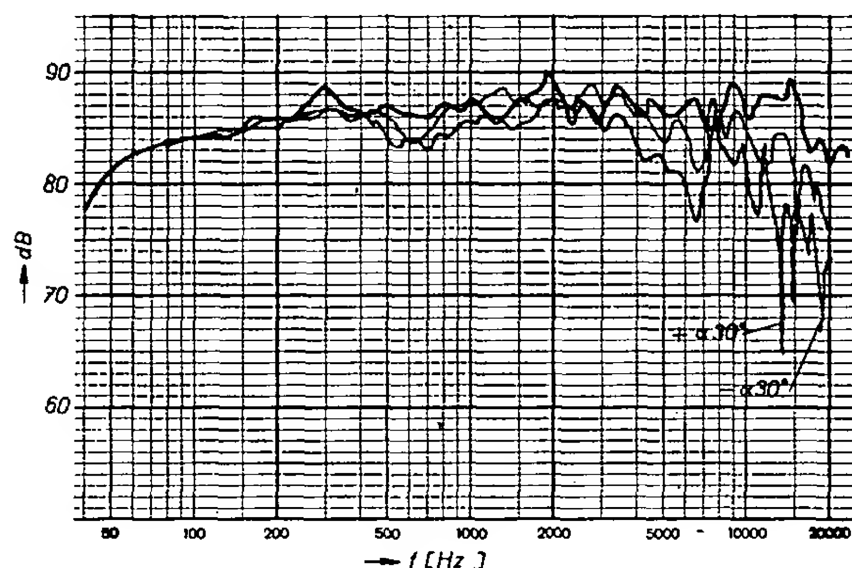
Obr. 75. Kmitočtový průběh reproduktorů v reproduktorových soustavách o objemu 54 l



Obr. 77. Kmitočtová charakteristika soustavy o objemu 54 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m



Obr. 76. Kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy o objemu 54 l



Obr. 78. Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 54 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m v horizontální rovině v ose 0° a ve směru ±30° od osy

Shrnutím všech naměřených údajů lze tuto kombinaci zařadit do skupiny nejkvalitnějších reproduktorových soustav zhotovených s našimi dostupnými reproduktory. Svým akustickým výkonem může ozvučit i větší místnosti, než je průměrný obývací pokoj. Soustavu je vhodné zapojit do velmi kvalitního řetězce s výkonnějším koncovým zesilovačem. Soustava je vhodná pro náročnější posluchače. Svými výbornými elektroakustickými vlastnostmi konkuruje špičkovým zahraničním reproduktorovým soustavám.

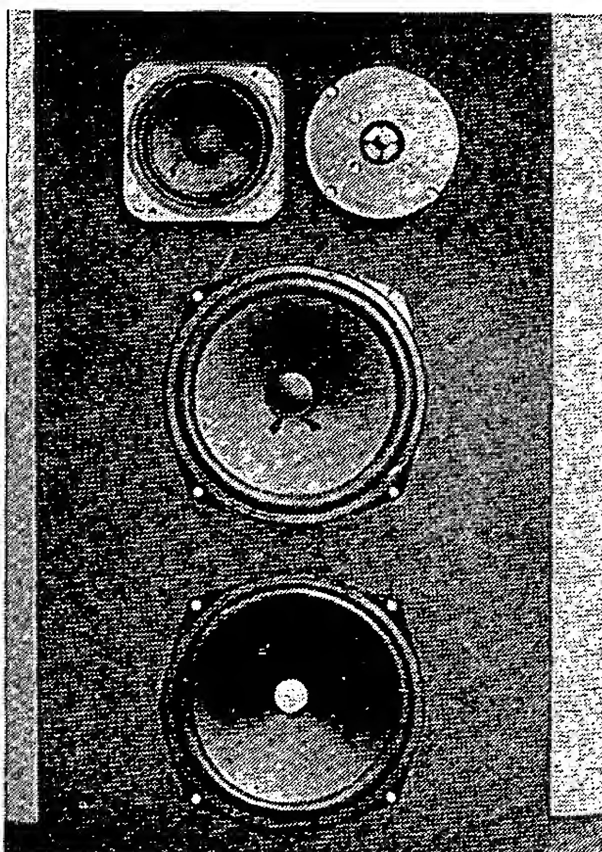
Technické parametry

Jmenovitá impedance: 4 Ω (8 Ω).
Max. standardní příkon: 40 VA.
Špičkový hudební příkon: 120 VA.
Kmitočtový rozsah v tolerančním poli A podle obr. 10: 30 až 22 000 Hz.
Charakteristická citlivost: 87 dB/11 VA/1 m.
Použité reproduktory: ARN 8604 (ARN 8608), ARZ 4604 (ARZ 4608), ARV 3604 (ARV 3608)
Druh ozvučnice: uzavřená.
Volný objem ozvučnice: 50 dm³.
Vnější rozměry (v × š × h): 675 × 390 × 320 mm.
Výhybka: druhého řádu, −12 dB/okt.
Nelineární zkreslení při příkonu 4 VA v kmitočtovém pásmu 40 až 125 Hz: 1,5 %,
125 až 250 Hz: 0,8 %,
250 až 5000 Hz: 0,5 %.

6.8 Reproduktorová soustava o vnitřním objemu 64 l s pasívním zářičem

Návrh vyzařovacích jednotek

Z důvodu menšího nelineárního zkreslení a lepšího kmitočtového průběhu akustického tlaku v oblasti nízkých kmitočtů se dnes zavádějí bas-reflexové ozvučnice nebo jejich modifikace, ozvučnice s pasívním zářičem. U pasívního zářiče je použit stejný typ reproduktoru jako u aktivního reproduktoru s nízkým rezonančním kmitočtem, ovšem bez magnetu a kmitací cívky.



Obr. 79. Vnější vzhled reproduktorové soustavy o objemu 64 l

Jako aktivní reproduktor s nízkým rezonančním kmitočtem pro přenos signálů nízkých kmitočtů je použit typ ARN 6604. Při požadavku vstupní impedance 8 Ω pak bude třeba použít reproduktor typu ARN 6608. Pro přenos signálů středních kmitočtů je zvolen reproduktor typu ARZ 4604 (pro 8 Ω ARZ 4608). Pro přenos signálů vysokých kmitočtů je určen reproduktor typu ARV 3604 (pro 8 Ω ARV 3608). „Reproduktor", sloužící jako pasívní zářič, je typu ARN 6604 bez kmitací cívky a magnetu.

Ozvučnice s pasívním zářičem

Bas-reflexovou ozvučnici, u níž je akustická hmotnost Helmholzova rezonátoru reprezentována hmotností pomocné membrány, je vidět na obr. 79. Pomocná membrána o akustické hmotnosti m_m a poddajnosti c_m musí mít rezonanční kmitočet f_m značně nižší, než je rezonanční kmitočet ozvučnice.

Rozměry ozvučnice a sestavy jsou na obr. 80.

Celkový činitel jakosti Q_{ts} = 0,52 a požadovaný Q_{ts} = 0,37. Čili impedance v rezonanci se musí zmenšit přibližně třikrát. Prakticky zhotovíme akustický odpor tak, že po obvodě přilepíme molitanovou desku o tloušťce asi 30 mm.

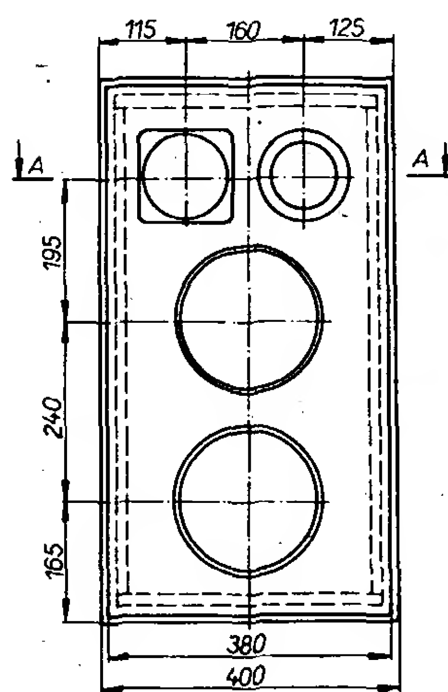
Výhybky soustavy

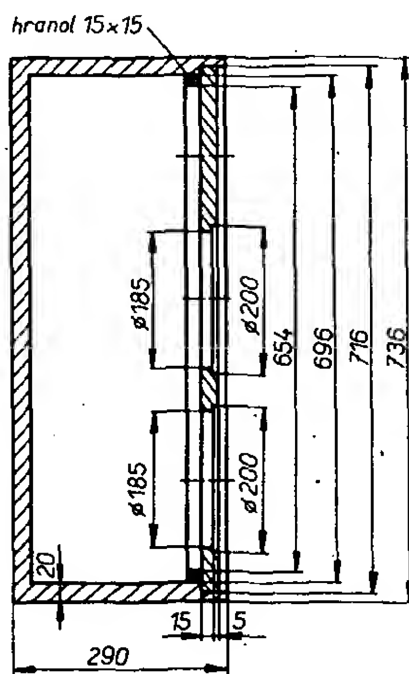
U této soustavy je použita výhybka druhého řádu s útlumem 12 dB/okt. Dělicí kmitočty jsou f_1 = 650 Hz a f_2 = 3500 Hz.

Napětí naměřené na výstupech elektrické výhybky (měřeno s reproduktory) je na obr. 82. Schéma zapojení výhybky s reproduktory je na obr. 81. Údaje uvedené v tab. 6 platí jak pro výhybku soustavy 4 Ω, tak pro výhybku soustavy 8 Ω. Vyrovnanosti kmitočtové charakteristiky dosáhneme přefázováním středotónového reproduktoru oproti ostatním.

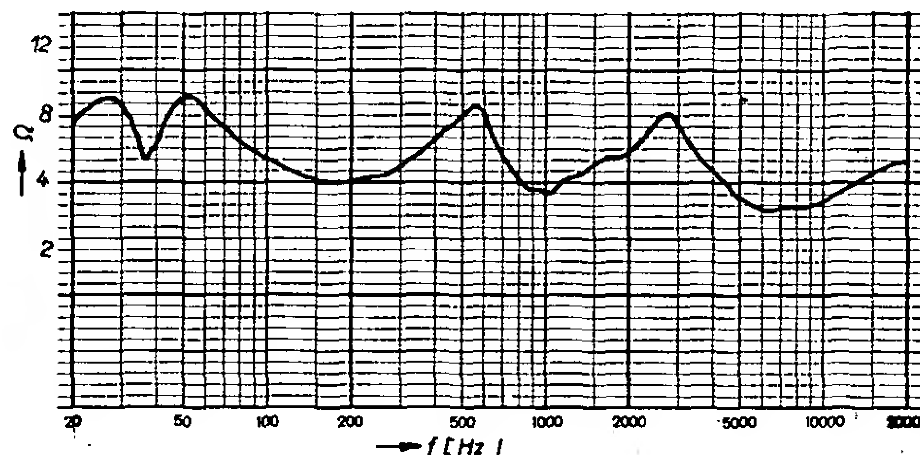
Tab. 7. Prvky výhybky

Osazení	Impedance [Ω]	L_1 [mH]	L_2 [mH]	L_3 [mH]	L_4 [mH]	C_1 [μF]	C_2 [μF]	C_3 [μF]	C_4 [μF]	C_5 [μF]	R [Ω]
RP_1-ARN 6604 RP_2-ARZ 4604 RP_3-ARV 3604	4 4 4	2,2	1,8	0,56	0,36	32	20	6	5	6	4,9
RP_1-ARN 6608 RP_2-ARZ 4608 RP_3-ARV 3608	4 4 4	4,4	3,6	1,12	0,72	16	10	3	2,5	3	8,2

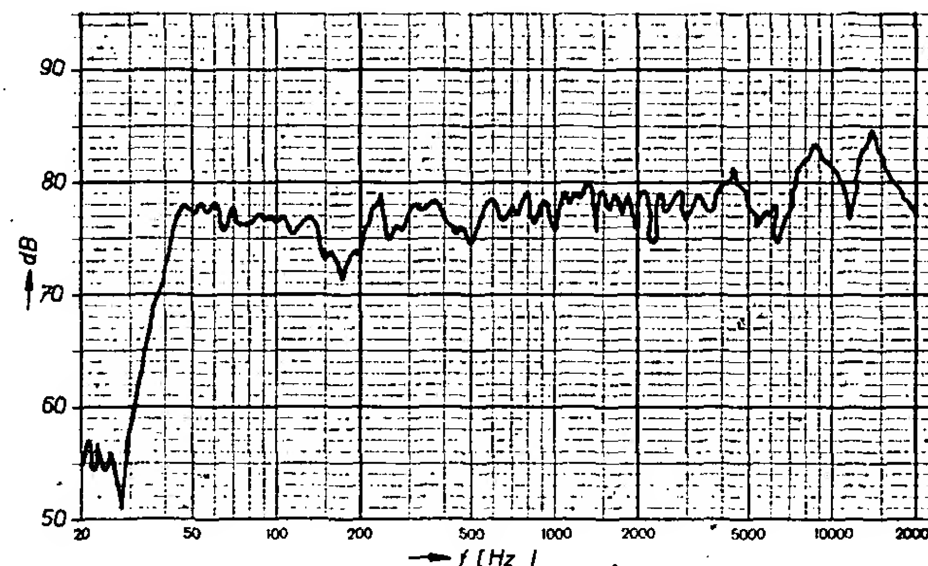




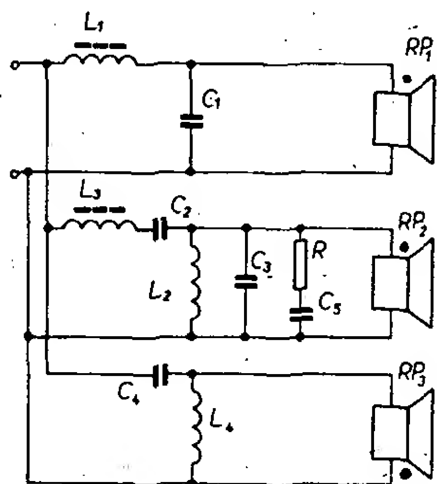
Obr. 80. Rozměry o konstrukční uspořádání reproduktorové skříňky o objemu 64 l



Obr. 83. Kmitočtový průběh vstupní impedance reproduktorové soustavy o objemu 64 l



Obr. 84. Kmitočtová charakteristika soustavy o objemu 64 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 1 V) ve vzdálenosti 0,5 m



Obr. 81. Schéma výhybky soustavy o objemu 64 l

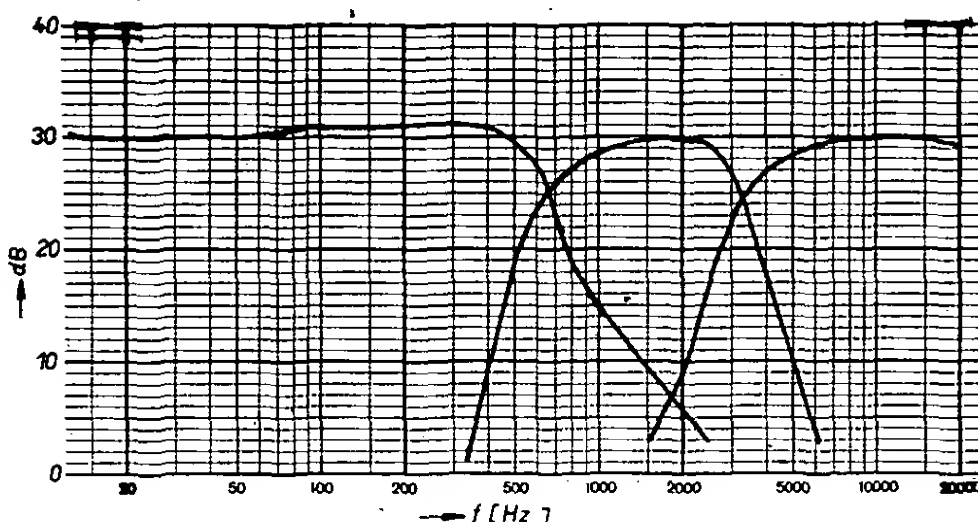
Naměřené výsledky

Kmitočtový průběh svorkového napětí na reproduktorech při konstantním napětí na vstupu soustavy je patrný z obr. 82. Kmitočtový průběh impedance soustavy je na obr. 83. Kmitočtová charakteristika soustavy je na obr. 84 (bylo měřeno v poloprostoru 2π podle obr. 84). Z naměřených výsledků je vidět, že tato soustava patří mezi velmi kvalitní kombinace.

Pomocí pasívního zářiče se dosáhne podstatně menšího nelineárního zkreslení a lepšího kmitočtového průběhu akustického tlaku na nízkých kmitočtech.

Technické parametry

Jmenovitá impedance:	4 Ω (8 Ω).
Kmitočtový rozsah v tolerančním poli A podle obr. 10:	40 až 20 000 Hz.
Max. standardní příkon:	20 W.
Max. hudební příkon:	60 W.
Charakteristická citlivost:	88 dB/1 V/1 m.
Použité reproduktory:	ARN 6604 (ARN 6608) ARZ 4604 (ARZ 4608) ARV 3604 (ARV 3608)
Druh ozvučnice:	bas-reflexová s pasívním zářičem.
Volný objem ozvučnice:	62 dm³.
Vnější rozměry (v × š × h):	736 × 400 × 290 mm.
Dělicí kmitočty:	f_1 = 650 Hz; f_2 = 3500 Hz.
Výhybka:	druhého řádu, −12 dB/okt.
Nelineární zkreslení při příkonu 2 VA v kmitočtovém pásmu	
40 až 125 Hz:	≦ 1,8 %,
125 až 250 Hz:	≦ 0,8 %,
250 až 5000 Hz:	≦ 0,5 %.

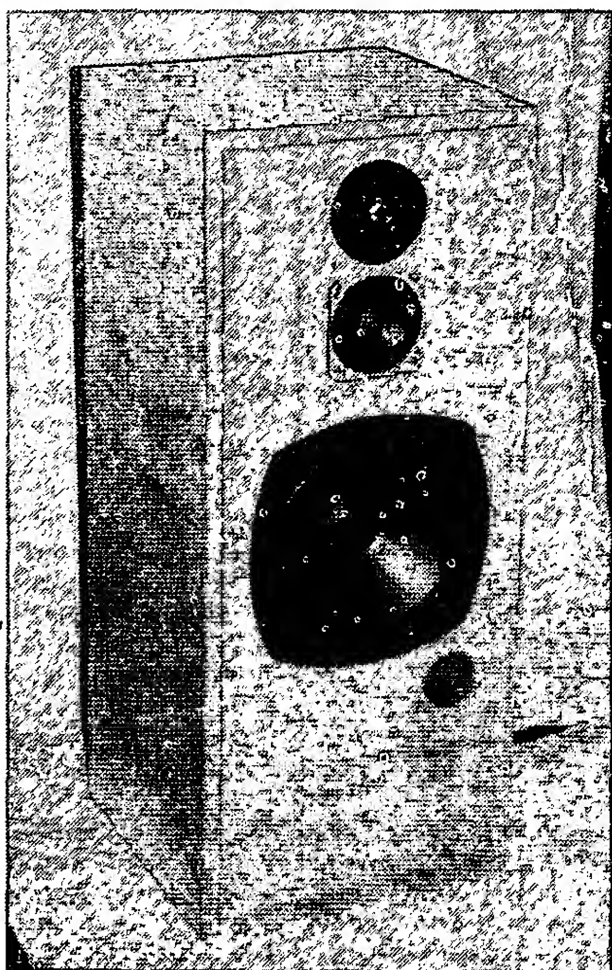


Obr. 82. Kmitočtový průběh svorkových napětí reproduktorů v soustavách o objemu 64 l

6.9 Reproduktorová soustava o vnitřním objemu 110 l s bas-reflexovou ozvučnicí

Návrh vyzařovacích jednotek

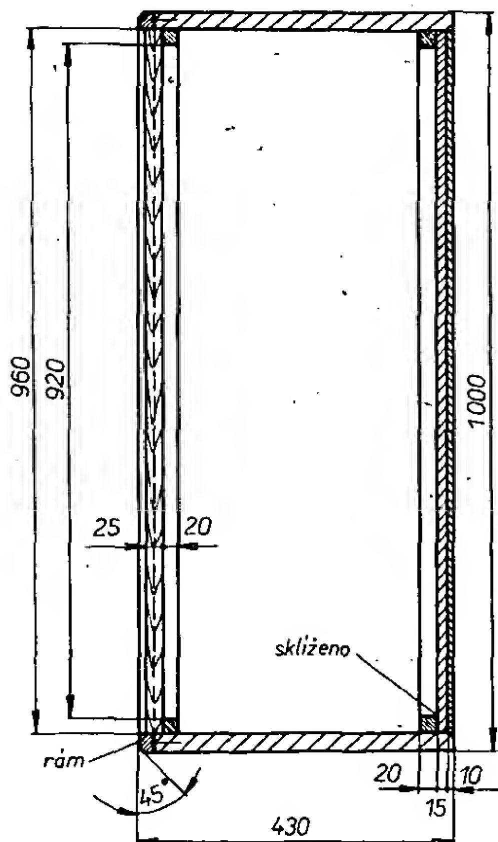
Tato reproduktorová soustava je třípásmovou soustavou s bas-reflexem o vnitřním objemu 110 l. Má špičkový hudební příkon 120 W. Pro přenos signálů nízkých kmitočtů je zvolen reproduktor typu ARN 8604. Jako středotónový reproduktor je použit typ ARZ 4604. Přenos signálů vysokých kmitočtů zajišťuje reproduktor typu ARV 3604. Celkový vzhled této soustavy bez rámečku a předního plátna je vidět na obr. 85.



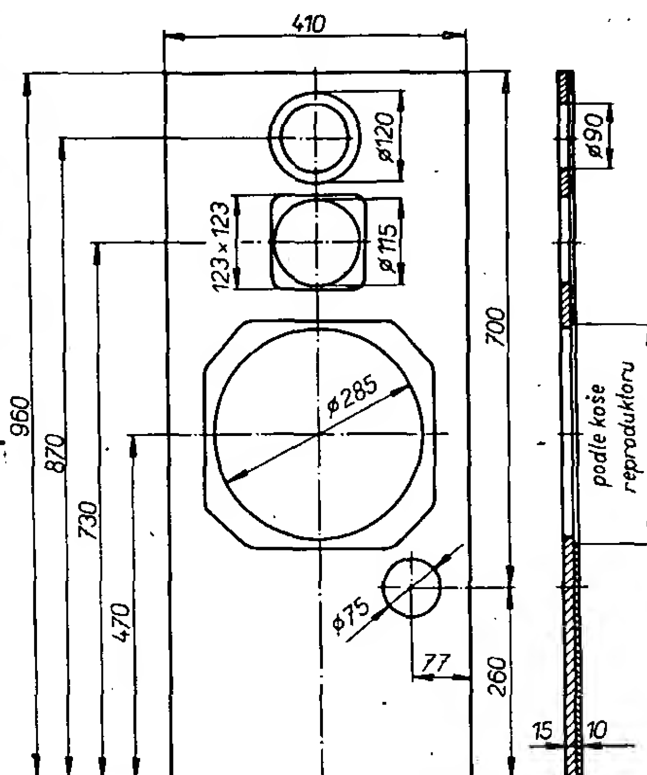
Obr. 85. Vnější vzhled reproduktorové soustavy o objemu 110 l

Řešení ozvučnice

Základem soustavy je bas-reflexová ozvučnice, nátrubek je vestavěn do přední ozvučnice za rezonátor. Nátrubek je zhotoven z novodurové trubky o světlosti 71 mm a vnějším průměru 75 mm a délce 124 mm. Celkový pohled na řez a rozměry skříňky je patrný z obr. 86. Trubka je na obou koncích zaoblená, aby nedocházelo ke ztrátám vzniklým prouděním vzduchu. Stěny ozvučnice jsou zhotoveny z laťovky o tloušťce 20 mm a jsou vzájemně velmi dobře utěsněny a sklíženy. Uprostřed jsou stěny vyztuženy laťovkami o rozměru 20 × 30 mm. Přední stěna ozvučnice, na které jsou připevněny zářiče a bas-reflexový nátrubek, je zhotovena z laťovek



Obr. 86. Rozměry skříňky s rámečkem reproduktorové soustavy o objemu 110 l



Obr. 87. Rozměry a konstrukční uspořádání přední stěny ozvučnice reproduktorové soustavy o objemu 110 l

o tloušťkách 15 + 10 mm, jak je patrné z obr. 87. Zadní stěna skříňky je zhotovena stejným způsobem z laťovek o tloušťce 15 a 10 mm. Skříňka je pak velmi bytelná. Uvnitř skříně jsou na všech stěnách nalepeny (popř. upevněny napínáčky) molitanové desky o tloušťce 30 mm. Na dně skříňky je upevněna buď klasická výhybka soustavy nebo elektronická výhybka s koncovým zesilovačem o příkonu 40 W.

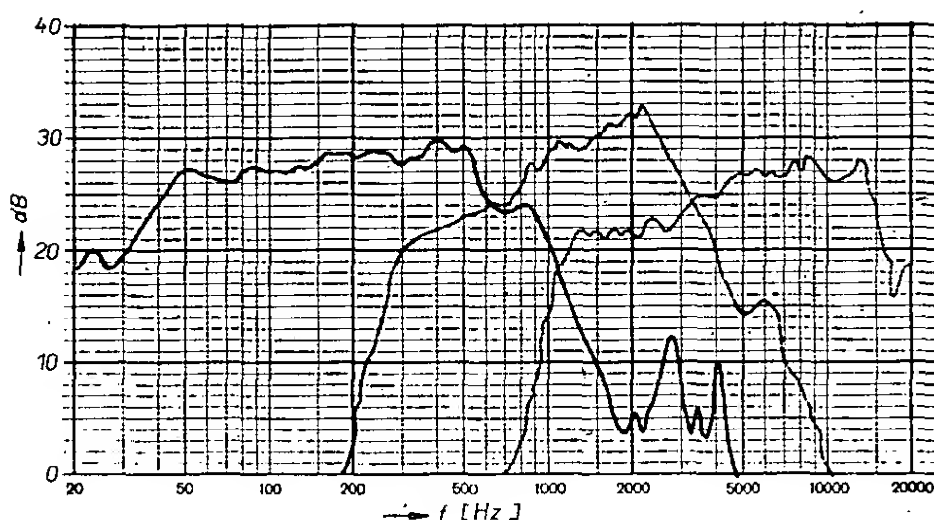
Výhybky soustavy

U této soustavy jsou dvě možnosti, lze buď použít klasickou výhybku druhého řádu −12 dB/okt, nebo elektronickou výhybku s koncovým zesilovačem. Schéma zapojení klasické výhybky je obdobné jako u reproduktorové soustavy, která je uvedena v kapitole 6.7. Druhá varianta se v objemu a rozmístění součástí moc nemění, hlavní změny se týkají složitosti a nákladů. K jejímu zhotovení je zapotřebí především více času, šikovnosti a zkušenosti. Vzhledem k tomu, že aktivní reproduktorové soustavy si vyžadují samostatný článek, vrátíme se k řešení této alternativy později. Koncový zesilovač pro tuto soustavu by měl mít výkon asi kolem 40 W. Pokud se zvolí zesilovač o větším výkonu, je třeba uvažovat o zařazení ochranného elektronického zařízení, reagujícího na přetížení soustavy, aby se zabránilo jejímu poškození.

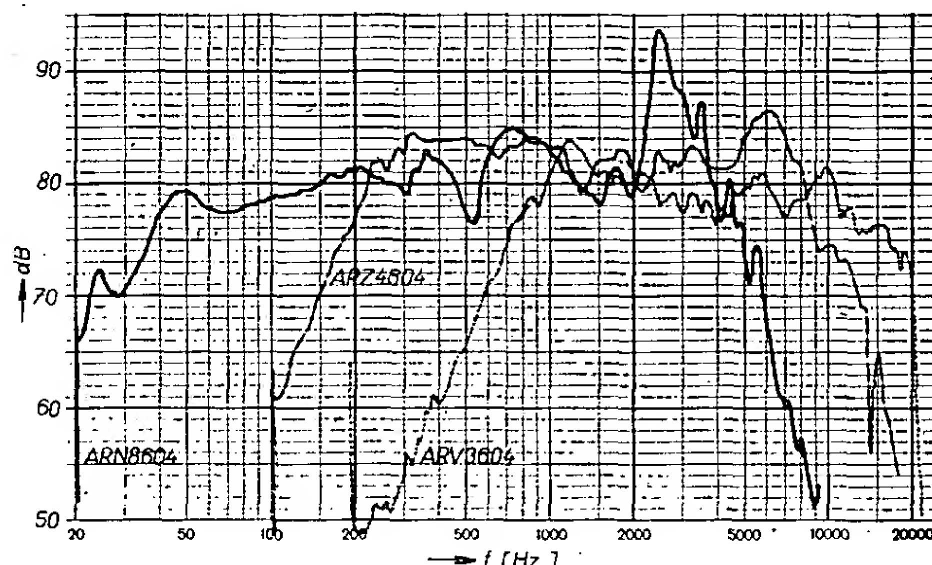
Naměřené výsledky

U soustavy podle obr. 85 byly změřeny jen nejdůležitější parametry. Kmitočtový průběh svorkových napětí na reproduktorech při konstantním napětí na vstupu soustavy s klasickou výhybkou (viz obr. 74) je na obr. 88. Kmitočtové průběhy signálů na jednotlivých reproduktorech v uvedené skříni jsou na obr. 89. Kmitočtový průběh hlubokotónového reproduktoru (zblízka) je na obr. 90. Celková kmitočtová charakteristika reproduktorové soustavy je na obr. 91. Směrové vlastnosti soustavy měřené v horizontální rovině jsou na obr. 92.

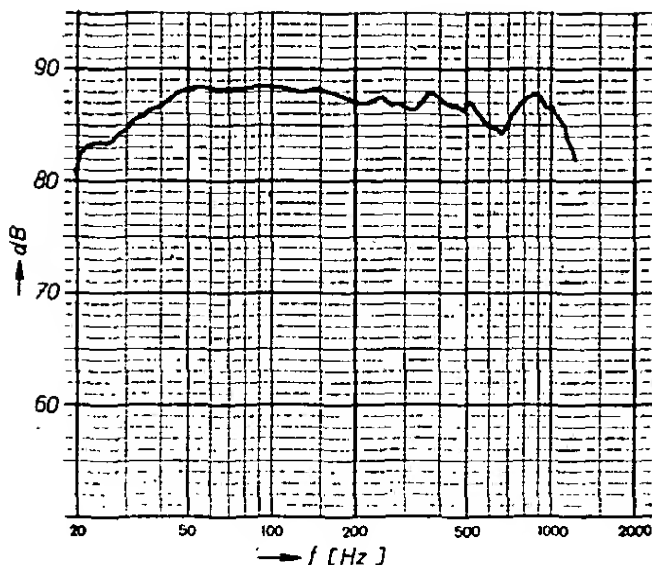
Shrneme-li všechna měření, lze tuto kombinaci zařadit mezi nejkvalitnější reproduktorové soustavy pro velmi náročné posluchače. Svými vlastnostmi je vhodná pro větší místnosti nebo menší poslechové sály. Vzhledem k velkým rozměrům a nákladnější výrobě je zhotovení této soustavy ovšem značně náročné.



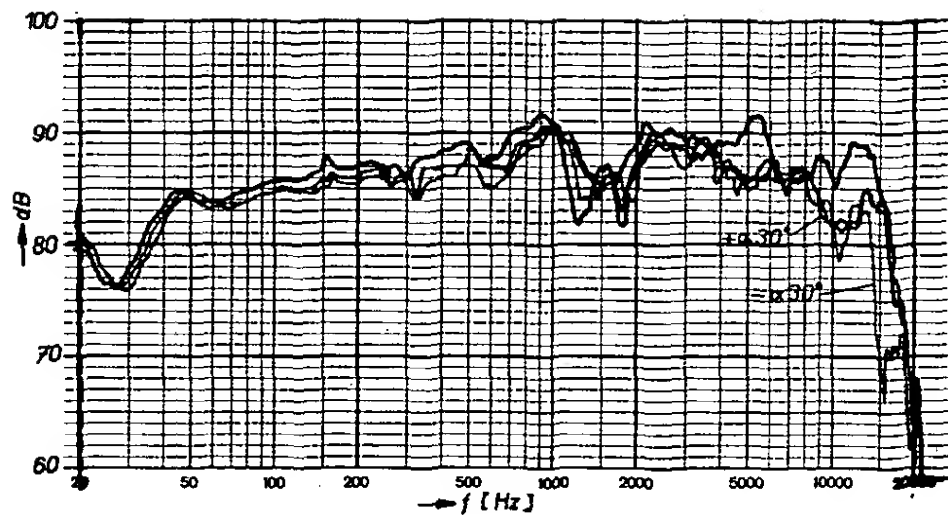
Obr. 88. Kmitočtový průběh svorkových napětí na reproduktorech u reproduktorové soustavy o objemu 110 l



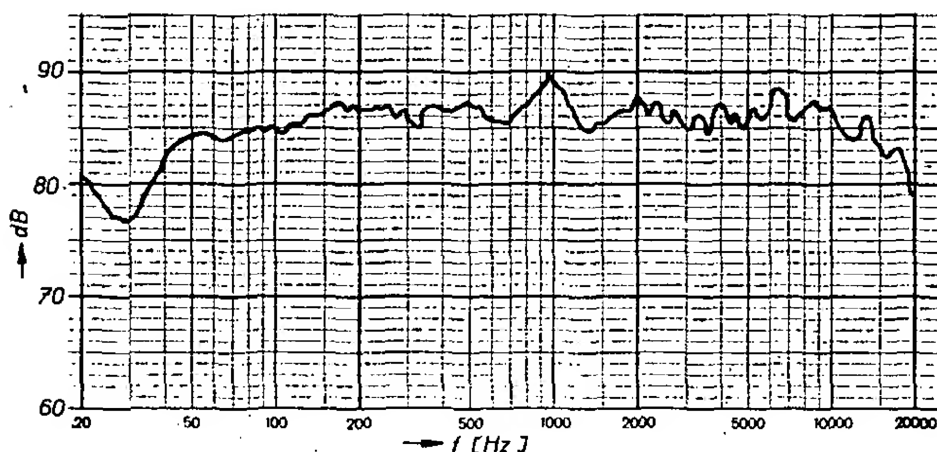
Obr. 89. Kmitočtové charakteristiky reproduktorů v reproduktorových soustavách o objemu 110 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m



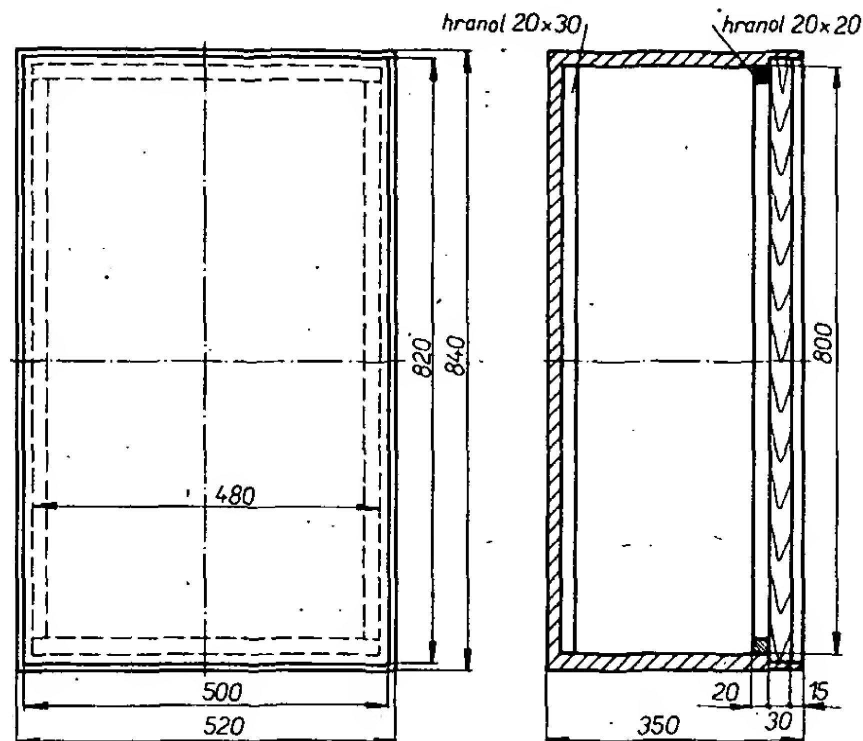
Obr. 90. Kmitočtový průběh hlubokotónového reproduktoru v soustavách o objemu 110 l (měřeno zblízka)



Obr. 92. Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 110 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m v horizontální rovině v ose 0° a ve směru ±30° od osy



Obr. 91. Kmitočtová charakteristika soustavy o objemu 110 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m



Obr. 93. Rozměry a konstrukční uspořádání reproduktorové soustavy o objemu 120 l

Pokud je požadavek na jmenovitou impedanci 8 Ω s pasívními výhybkami, pak je pouze třeba převzít údaje ze schématu na obr. 74 a v tab. 6.

Technické parametry

Jmenovitá impedance:	4 Ω.
Max. standardní příkon:	40 W.
Max. hudební příkon:	120 W.
Kmitočtový rozsah v tolerančním poli A podle obr. 10:	26 až 20 000 Hz.
Kmitočtový průběh bez poklesu:	35 až 18 000 Hz, ±3 dB.
Charakteristická citlivost:	86 dB/1 VA/1 m.
Použité reproduktory:	ARN 8604, ARZ 4604, ARV 3604.
Druh ozvučnice:	bas-reflexová.
Volný objem ozvučnice:	106 dm³.
Vnější rozměry (v × š × h):	100 × 420 × 400 mm.
Výhybka:	druhého řádu, −12 dB/okt. (nebo elektronická).
Nelineární zkreslení při příkonu 4 VA v kmitočtovém pásmu	
30 až 125 Hz:	≦ 1,5 %,
125 až 250 Hz:	≦ 0,8 %,
250 až 5000 Hz:	≦ 0,5 %.

6.10 Reproduktorová soustava o vnitřním objemu 120 l s bas-reflexovou ozvučnicí

Návrh vyzařovacích jednotek

Tato reproduktorová soustava je dvoupásmovou soustavou o vnitřním objemu 120 l s bas-reflexovou ozvučnicí s maximálním standardním příkonem 150 VA a jmenovitou impedancí 4 Ω.

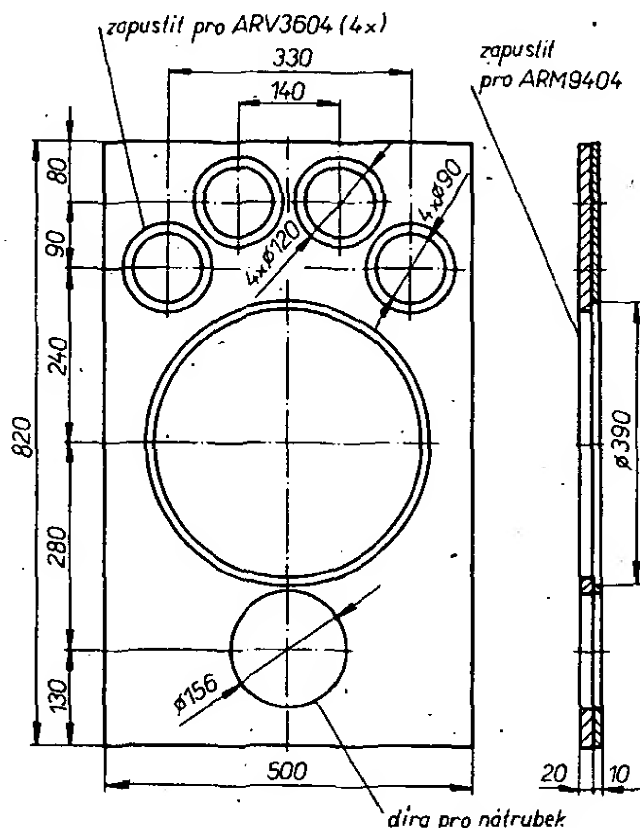
Kombinace je určená pro hudební soubory a skupiny a pro ozvučení středně velkých poslechových místností. Soustava je určena pro akustický přenos větších výkonů (hudby, zpěvu a řeči).

Pro přenos hlubokotónových signálů je zvolen reproduktor typu ARM 9404. Pro přenos signálů vysokých kmitočtů jsou zvoleny 4 kusy typu ARV 3604.

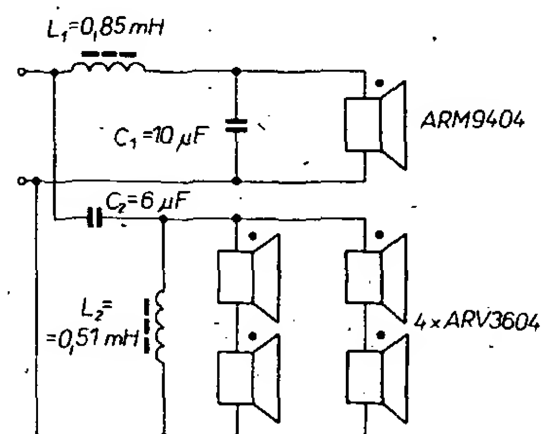
Řešení ozvučnice

Bas-reflexová ozvučnice má tyto vnější rozměry: výška 840 mm, šířka 520 mm a hloubka 350 mm. Na přední části skříně jsou připevněny všechny reproduktory včetně nátrubku pro bas-reflexový rezonátor. Tento nátrubek je z novodurové trubky o světlosti 140 mm, vnějším průměru 158 mm a o délce 140 mm. Výkresy a rozměry skříňky jsou na obr. 93. Přední stěna skříňky je na obr. 94. Trubka rezonátoru je na obou koncích zaoblena jako u trubky pro reproduktorové soustavy v článku 6.6 a obr. 62.

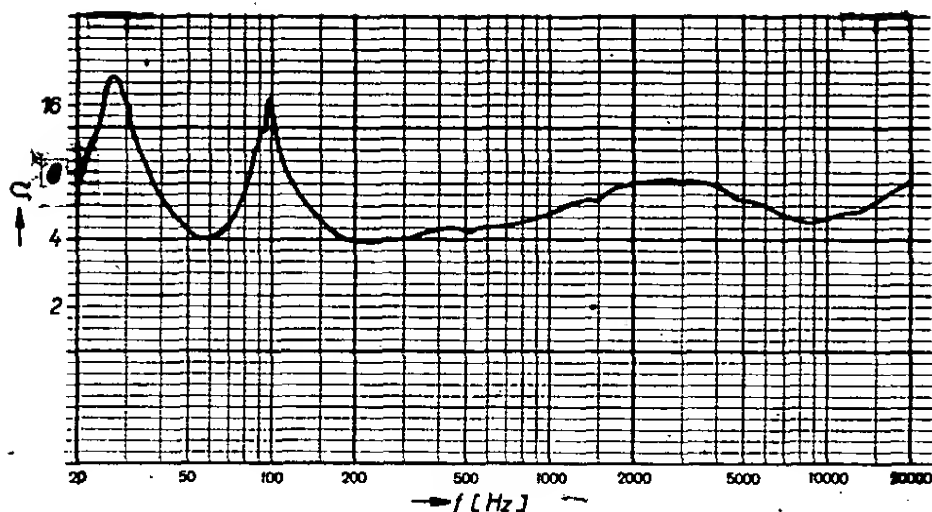
Stěny skříňky jsou zhotoveny z dřevotřísky o tloušťce 20 mm. Zadní a postranní



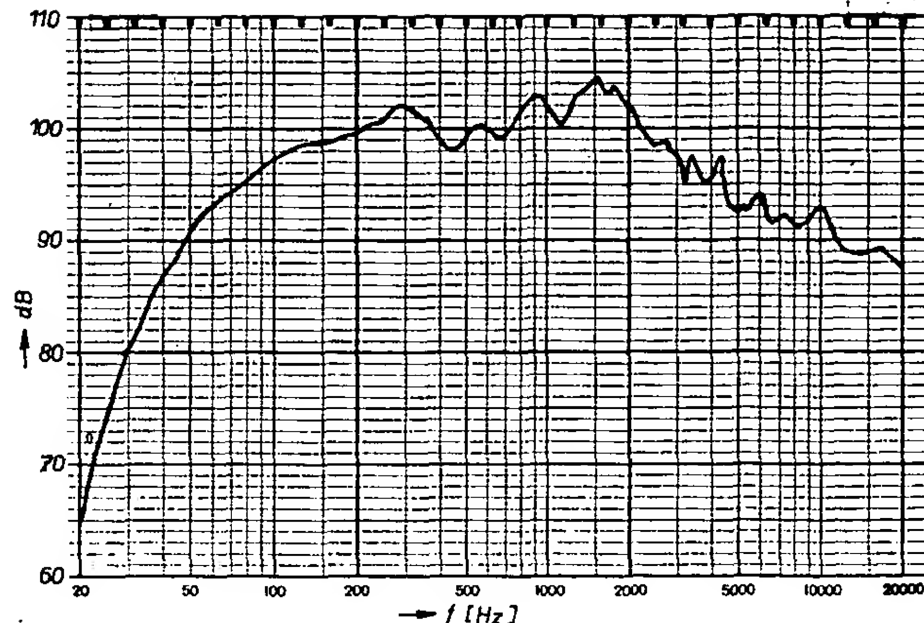
Obr. 94. Přední ozvučnice reproduktorové soustavy 120 l



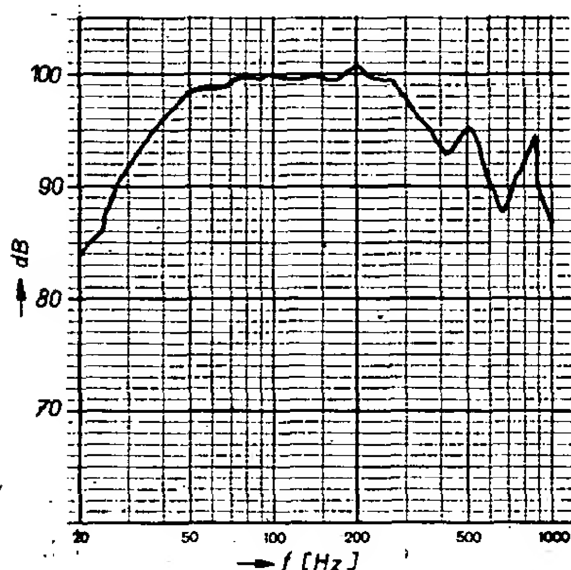
Obr. 95. Schéma zapojení výhybky soustavy o vnitřním objemu 120 l



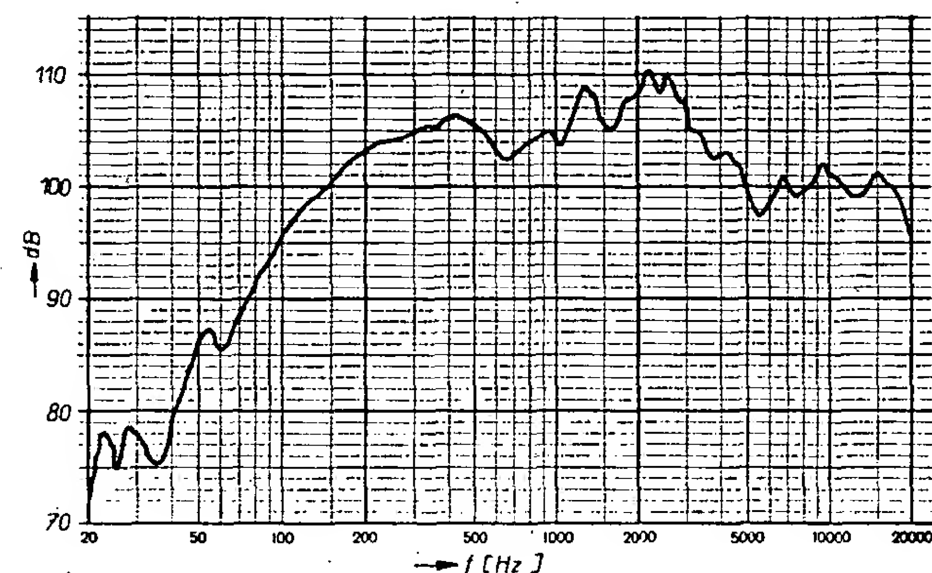
Obr. 96. Kmitočtový průběh vstupní impedance reproduktorové soustavy o objemu 120 l



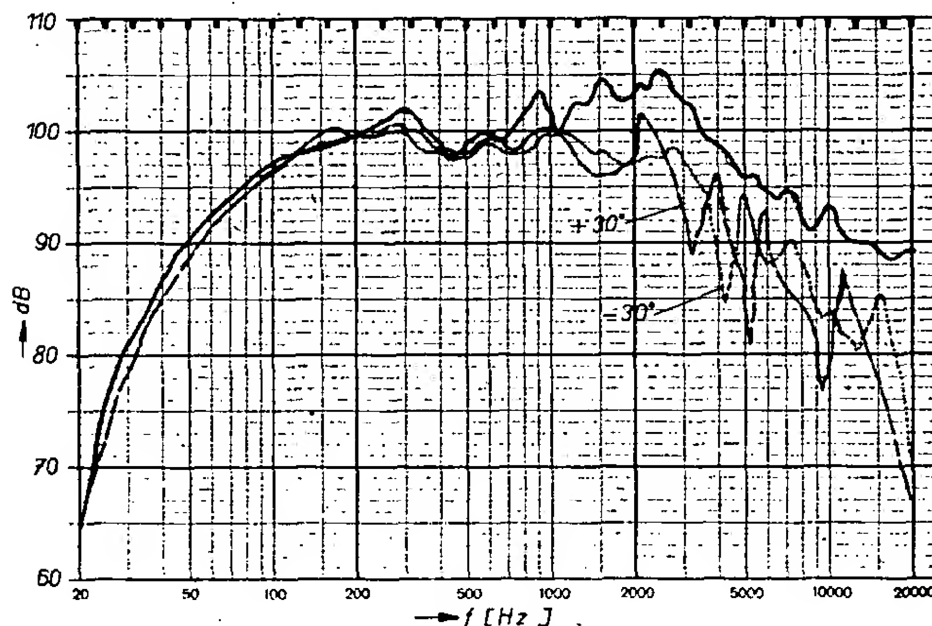
Obr. 98. Kmitočtová charakteristika soustavy o objemu 120 l. Měřeno do plného prostoru 4π při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m



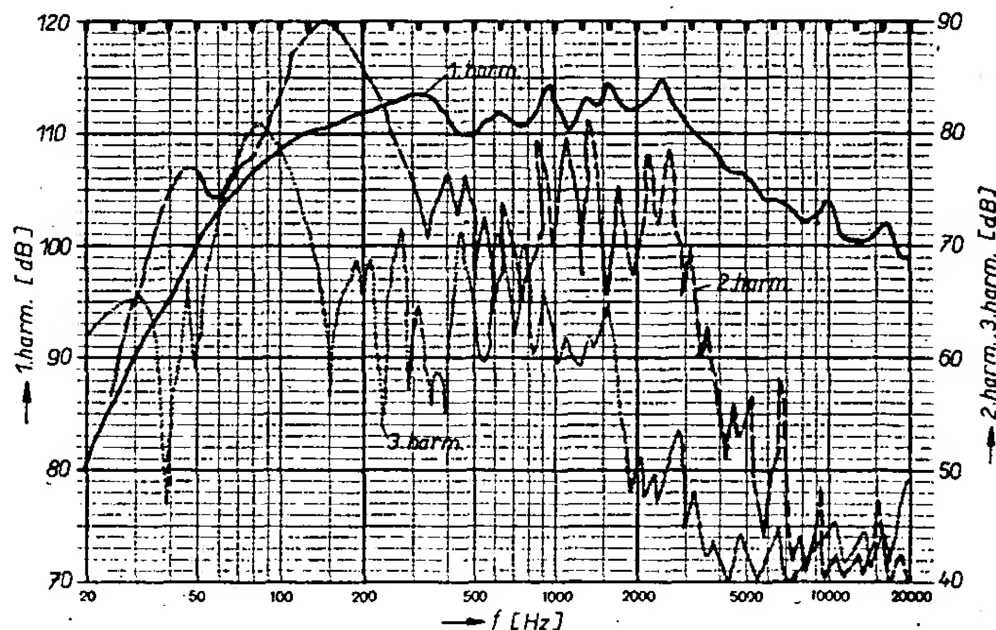
Obr. 97. Kmitočtová charakteristika soustavy o objemu 120 l (měřeno zblízka)



Obr. 99. Kmitočtová charakteristika reproduktorové soustavy o objemu 120 l. Měřeno při příkonu 15 VA (U_g = 7,7 V) ve vzdálenosti 3 m



Obr. 100. Směrové vlastnosti reproduktorové soustavy o objemu 120 l. Měřeno při příkonu 1 VA (U_g = 2 V) ve vzdálenosti 1 m v ose 0η a ve směru ±30η od osy



Obr. 101. Kmitočtové charakteristiky (první až třetí) harmonické soustavy o objemu 120 l. Měřeno při příkonu 75 VA (U_g = 17,3 V) ve vzdálenosti 1 m

stěny skříňky jsou vyztuženy laťovkami o rozměrech 20 × 30 × 800 mm.

Přední stěna skříňky, na níž jsou připevněny zářiče a v níž je vytvořen bas-reflexový otvor, je zhotovena ze dvou navzájem sklížených překližek o tloušťce 15 a 10 mm. Přední stěna skříňky je ke skříňce napevno přišroubovaná a přilepena. Reproduktory se připevňují zvenku. Tím je skříňka kompaktní, nerozebiratelná, velmi bytelná a pevná. Po všech vnitřních stranách stěn jsou upevněny molitanové desky o tloušťce 30 mm, tlumící vibrace stěn a stojaté vlny. Na dně skříňky je upevněna výhybka soustavy.

Vzhledem k tomu, že tato reproduktorová kombinace je poměrně velká a těžká, je vhodné připevnit na její boční stěny držáky, které lze koupit v železářství. Pro snadnou přemístitelnost doporučujeme zespodu namontovat kolečka, která jsou také v prodeji (v obchodech s nábytkem nebo v železářství).

Stěny skříňky buď lakujeme nebo dýhujeme, nebo ještě lépe potáhneme tlustší koženkou barvy podle vlastního výběru. Před reproduktory je upevněn rám s průzvučnou elastickou tkaninou.

Výhybky soustavy

U této soustavy je výhybka druhého řádu se směrnicí kmitočtového průběhu −12 dB/okt. Dělicí kmitočet 2,7 kHz je volen s ohledem na výsledné směrové a kmitočtové charakteristiky reproduktoru.

Schéma zapojení výhybky s reproduktory je na obr. 95. Tlumivka L_1 je zhotovena a navinuta na transformátorovém jádře EI25 × 20. Pokud není takové jádro k dispozici, lze použít samonosnou vzduchovou tlumivku, navinutou drátem CuL o průřezu 1,4 mm².

Naměřené výsledky

Po zhotovení a sestavení byly základní parametry soustavy změřeny. Kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy je na obr. 96. Kmitočtové průběhy v různých vzdálenostech od soustavy jsou uvedeny na obr. 97 až 99. Směrové vlastnosti této

soustavy jsou zřejmé z obr. 100 (byly měřeny v ose měřicího mikrofonu a při odklonění od ní o ±30°). Současně bylo změřeno harmonické nelineární zkreslení při polovině standardního příkonu, 75 VA, a výsledky jsou v obr. 101.

Z naměřených výsledků je patrno, že soustava je vhodná k přenosu „silných" akustických signálů – tím je určena pro hudební soubory a skupiny.

Technické parametry

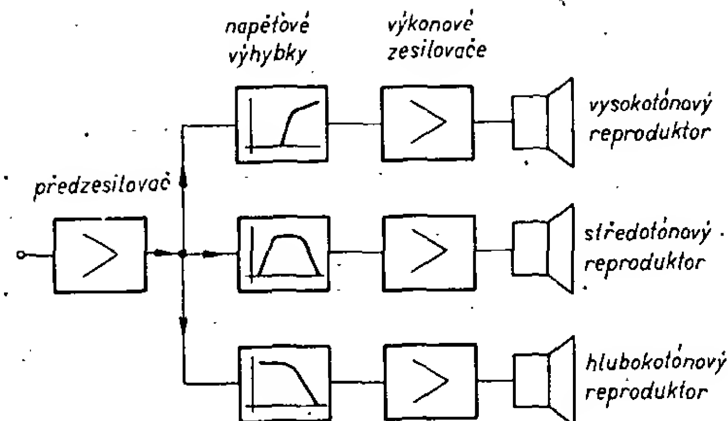
Jmenovitá impedance:	4 Ω.
Kmitočtový rozsah v tolerančním poli B podle obr. 10:	50 až 18 000 Hz.
Max. standardní příkon:	150 W.
Špičkový hudební příkon:	300 W.
Charakteristická citlivost:	100 dB ±2 dB.
Použité reproduktory:	1× ARM 9404, 4× ARV 3604.
Tlumení:	molitan o tl. 30 mm.
Druh ozvučnice:	bas-reflexová.
Volný objem ozvučnice:	116 dm³.
Vnější rozměry (v × š × h):	840 × 620 × 350 mm.
Hmotnost:	asi 35 kg.
Dělicí kmitočet:	2700 Hz.
Výhybka:	druhého řádu, −12 dB/okt.

6.11 Aktivní soustavy

V posledních letech se do reproduktorových soustav vestavují koncové zesilovače s aktivními výhybkami. Toto řešení má řadu předností. Pro toho, kdo by si přál takovou soustavu se zesilovačem a elektronickými filtry na rozdělení kmitočtového pásma zhotovit, jsou určeny následující informace.

Blokové schéma aktivních reproduktorových soustav je na obr. 102. Aktivní soustavy mohou být realizovány se soustavami podle článků 6.5, 6.6, 6.7 a 6.9.

Pro reproduktorové soustavy v článcích 6.7 a 6.9 je vhodné zapojení podle obr. 103. Zapojení je převzato z aktivních



Obr. 102. Blokové schéma elektronické výhybky reproduktorové soustavy

soustav firmy Grundig (typ AKTIV-BOX 20). V tab. 8 a 9 jsou uvedeny polovodičové součástky z obr. 103 a odpovídající ekvivalentní tuzemské polovodičové prvky. Zapojení by mělo i s našimi součástkami být bez problému uvedeno do provozu a splňovat požadované parametry.

Příklad uspořádání desek s plošnými spoji je na obr. 104.

$T_1, T_{12}, T_{14}, T_{15}, T_{17}, T_{18}, T_{20}$ – BC549C
T_2, T_3, T_{13} – BC559C
T_4, T_7 – BC548C
T_5 – BC558B
T_6, T_8 – BC328/40

T_{16}, T_{19} – BF450
$T_{101}, T_{102}, T_{401}, T_{402}, T_{141}, T_{142}$ – BC560B
$T_{103}, T_{403}, T_{143}$ – BC560A
$T_{104}, T_{404}, T_{144}$ – BC547B
$T_{105}, T_{405}, T_{145}$ – BC327/25
$T_{106}, T_{406}, T_{146}$ – BD135
$T_{107}, T_{407}, T_{147}$ – BD440
$T_{108}, T_{408}, T_{148}$ – BD439
$T_{109}, T_{409}, T_{149}$ – BD908
$T_{110}, T_{410}, T_{150}$ – BD907

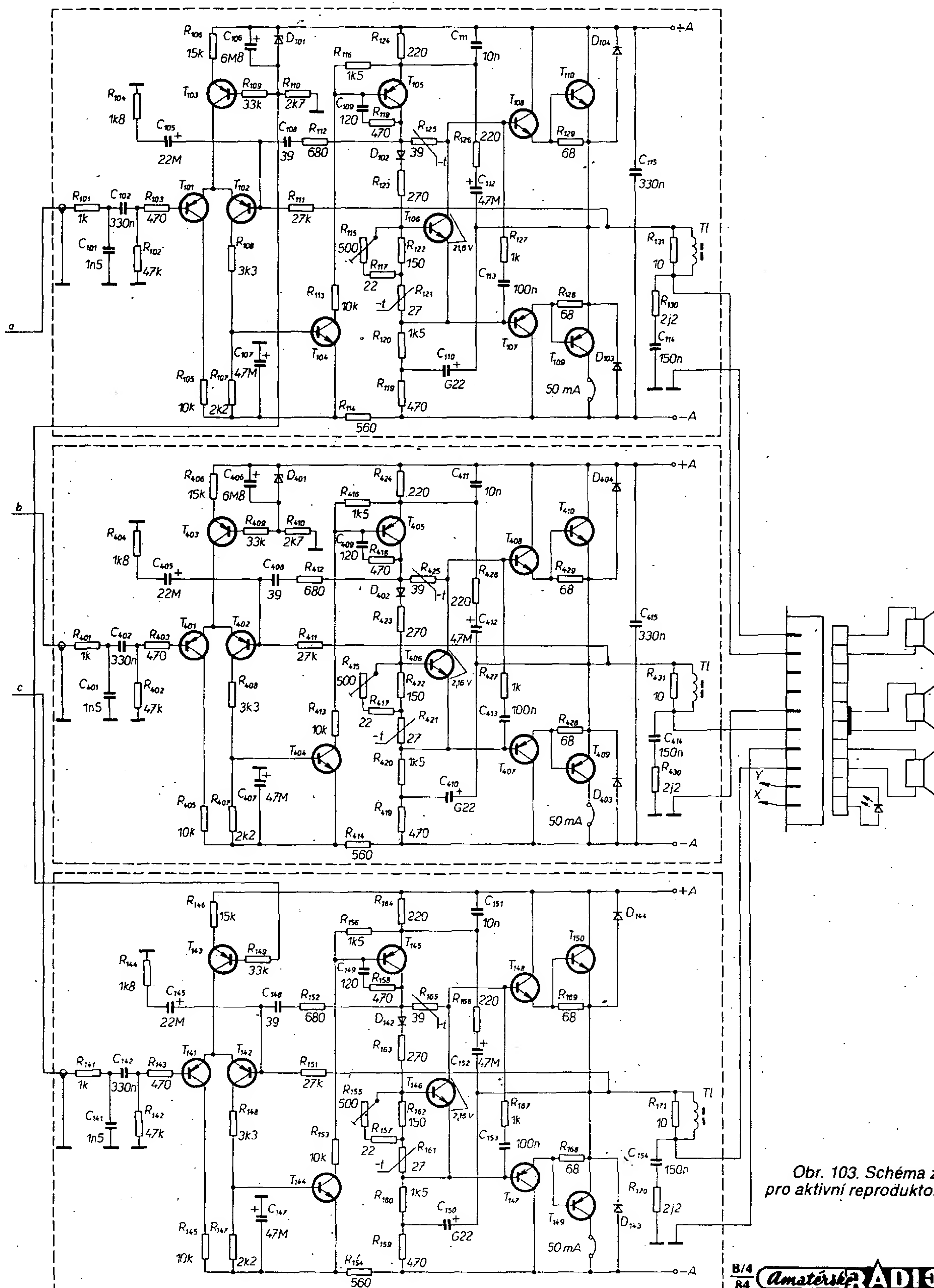
$D_1, D_2, D_3, D_5, D_6, D_7, D_{201}$ – 1N4148
D_8 – 15 V
D_{210} – 1N4001
D_{207} až $_{209}$ – SKE2,5/04
D_{101}, D_{401} – BZX55C7V5 ZPD7,5
$D_{102}, D_{402}, D_{142}$ – AA143
$D_{103}, D_{104}, D_{403}, D_{404}, D_{143}, D_{144}$ – 1N4002

6.12 Reproduktorové soustavy se společným hlubokotónovým zářičem

Netradičním řešením jsou reproduktorové soustavy pro přenos stereofonního signálu se společným hlubokotónovým zářičem. Toto řešení bylo již dříve publikováno v literatuře, ale teprve nyní se některé firmy v Americe i v Evropě (např. firma Philips) ujaly realizace této novinky v oboru akustiky. V posledních dvou letech se také v ČSSR realizují a ověřují soustavy k reprodukci stereofonního signálu se společným hlubokotónovým zářičem.

Stereofonní přenos od nejnižších kmitočtů do 100 až 150 Hz nelze jednoznačně lokalizovat (tj. určit, z kterého kanálu se tyto kmitočty šíří). Hlubokotónové kmitočty se totiž šíří ve všech směrech a se stejnou intenzitou. Proto při stereofonní reprodukci skladby, v níž jsou zastoupeny velmi nízké kmitočty v levém nebo pravém kanálu, nelze při poslechu z patřičné vzdálenosti určit, z kterého kanálu se vlastně reprodukují. Tato skutečnost vedla k řešení a ověření nového uspořádání akustických zářičů pro stereofonní reprodukci.

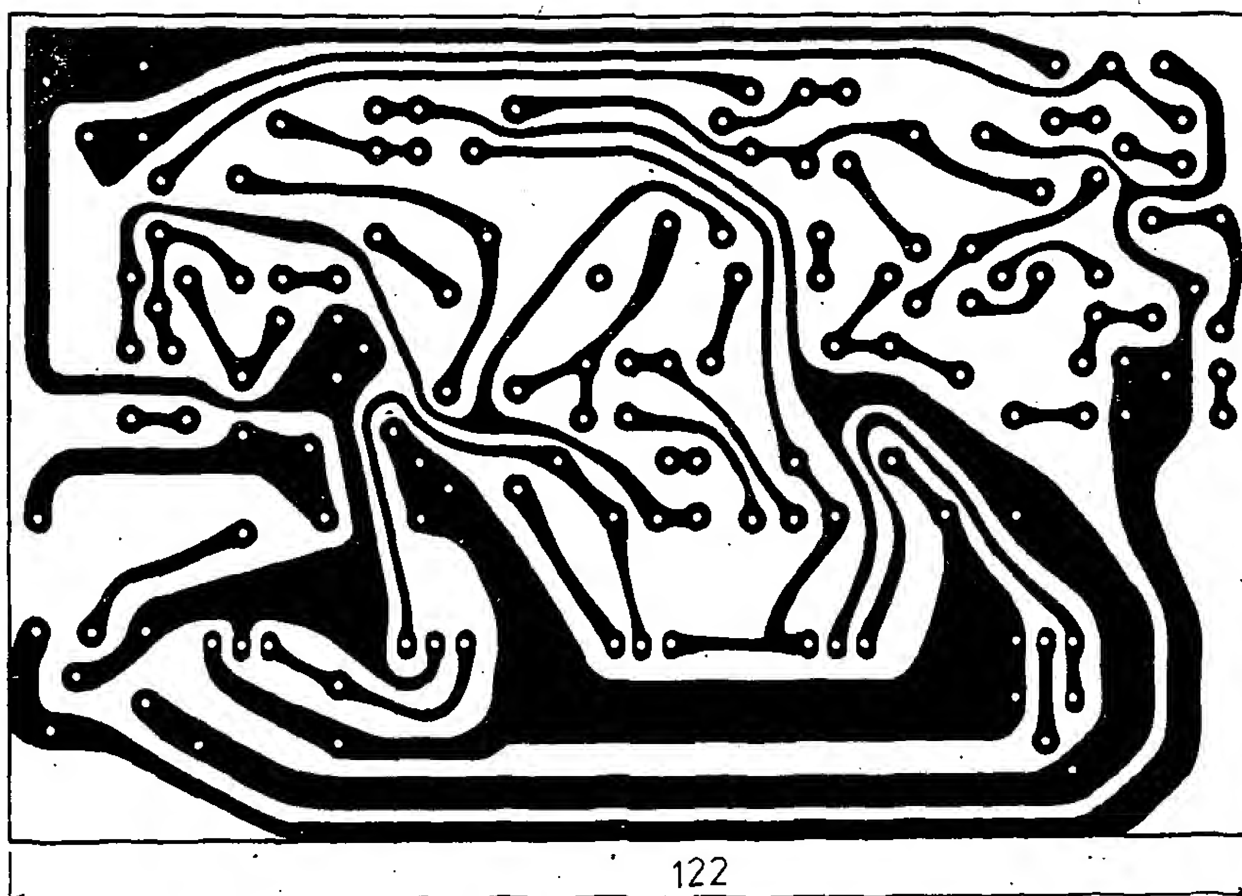
Řešení reproduktorových soustav se společným hlubokotónovým systémem spočívá v tom, že se stereofonní signály ze zesilovače z obou kanálů slučují do jedné hlubokotónové jednotky, tzv. subwoofer, která má za úkol přenést hudební signál od nejnižších kmitočtů do 100 až 150 Hz.



Obr. 103. Schéma zesilovače pro aktivní reproduktorové soustavy

Tab. 8. Původní a náhradní osazení zesilovače tranzistory

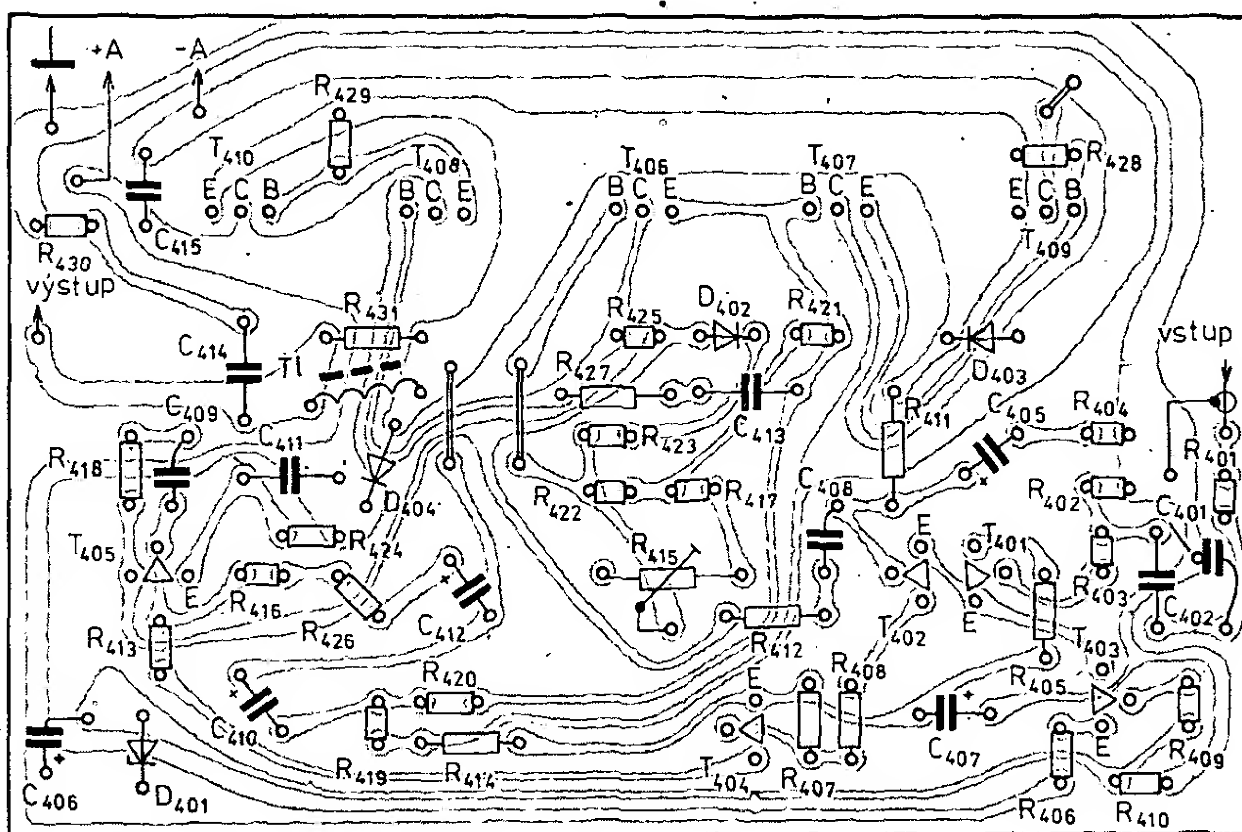
Tranzistor zahraniční	Tranzistor ekvivalentní	Tranzistor zahraniční	Tranzistor ekvivalentní
T_1-BC 549C	KC509 (KC239)	T_{102}-BC560B	BC177
T_2-BC559C	BC179 (KC309)	T_{402}-BC560B	BC177
T_3-BC559C	BC179 (KC309)	T_{142}-BC560B	BC177
T_4-BC548C	KC508 (KC238)	T_{104}-BC547B	KC507
T_5-BC558B	KC308	T_{404}-BC547B	KC507
T_6-BC328-40	KF517	T_{144}-BC547B	KC507
T_7-BC548C	KC508	T_{105}-BC327/25	BD139
T_{12}-BC549C	KC508	T_{405}-BC327/25	BD139
T_{13}-BC559C	BC179	T_{145}-BC327/25	BD139
T_{14}-BC549C	KC509	T_{106}-BD135	KC507
T_{15}-BC549C	KC509	T_{406}-BD135	KC507
T_{16}-BF450	BC179	T_{146}-BD135	KC507
T_{17}-BC549	KC508	T_{107}-BD440	KD334
T_{18}-BC549C	KC509	T_{407}-BD440	KD334
T_{19}-BF450	BC179	T_{147}-BD440	KD334
T_{20}-BC549C	KC508	T_{108}-BD439	KD333
T_{103}-BC560A	BC178	T_{408}-BD439	KD333
T_{403}-BC560B	BC178	T_{148}-BD439	KD333
T_{143}-BC560B	BC178	T_{109}-BD908	KD616
T_{101}-BC560B	BC172	T_{409}-BD908	KD616
T_{401}-BC560B	BC177	T_{149}-BD908	KD616
T_{141}-BC560B	BC177	T_{110}-BD907	KD606
T_8-BC328-40	KF517	T_{410}-BD907	KD606
		T_{150}-BD907	KD606



Obr. 104. Příklad řešení desek s plošnými spoji (S208)

Tab. 9. Původní a náhradní osazení zesilovače diodami

Dioda zahraniční	Dioda ekvivalentní
D_1-1N4148	KA225
D_2-1N4148	KA225
D_3-1N4148	KA225
D-GL201B20C300 (4×)	KY130
D_8-15V, 1W, 2 %	KZ260/15 (výběr)
D_{201}-1N4148	KA225
D_5-1N148	KA225
D_6-1N4148	KA225
D_7-1N4148	KA225
D_{206} až D_{209} (4×) – SKE2,5/0,4	4× KY710
D_{401}, D_{101}-B2X55C, 7V5-ZPO7,5	KZ260/7,5 V
D_{102} D_{402}, D_{142}-AA143	OA5
D_{103}, D_{403}, D_{143}-1N4002	KY196
D_{104}, D_{404}, D_{144}-1N4002	KY196

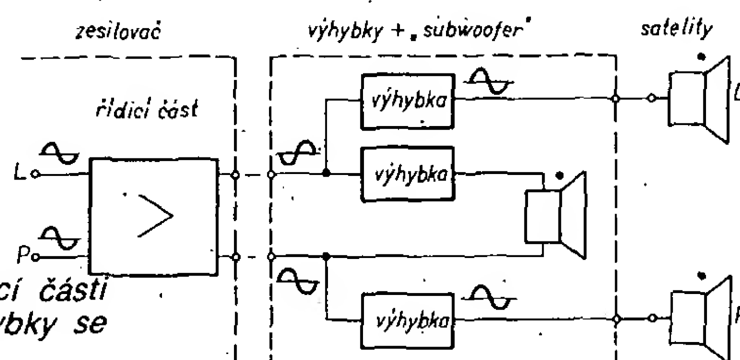


Tato hlubokotónová jednotka ve spojení s dvěma reproduktorovými soustavami, tzv. satelity, tvoří kompletní stereofonní reprodukční zařízení. Satelity, napájené přes výhybky z levého a pravého kanálu stereofonního zesilovače, přenášejí akustický signál od 100 až 150 Hz do 20 000 Hz.

Jak je známo jsou jednotlivé reproduktory vícepásmových reproduktorových soustav výkonově zatíženy značně nerovnoměrně. Nejvíce jsou zatíženy hlubokotónové reproduktory, méně středotónové reproduktory a nejméně vysokotónové zářiče. Z tohoto hlediska je zřejmé, že jednotky se společným hlubokotónovým zářičem budou zatíženy maximálně a mnohem méně budou zatíženy satelitní jednotky. Proto mohou mít satelity reproduktory s podstatně menší výkonovou zatížitelností a z toho vyplývá i značně menší objem potřebný pro oba satelity. Objem skříně pro subwoofer bude poněkud menší než celkový objem reproduktorových soustav o stejném výkonu pro stereofonní reprodukci. To je jedna z předností tohoto uspořádání se společným hlubokotónovým zářičem. Další předností je, že se ušetří jeden hlubokotónový reproduktor, další je to, že se hlubokotónová jednotka (subwoofer) může umístit kamkoli v dané poslechové místnosti. Satelity, které jsou poměrně malé, se snadno umístí na stěně, nábytku či na knihovně tak, aby s posluchačem tvořily rovnoramenný trojúhelník.

Při návrhu reproduktorových soustav se společným hlubokotónovým zářičem bylo nutné vhodně vybrat příslušné reproduktory. Předpokládalo se, že toto zařízení by mělo být určeno především pro ozvučení bytových prostorů. Dále se předpokládalo, že se jedná o zařízení střední cenové skupiny, které se má však svými vlastnostmi co nejvíce přiblížit požadavkům kladeným na zařízení typů hi-fi. Vycházelo se z toho, že tato soustava má ozvučit obytnou místnost o objemu asi 50 cm³ s dobou dozvuku asi 0,6 s, což odpovídá dozvukové vzdálenosti 0,5 m.

Bylo vypracováno několik návrhů a některé byly realizovány a odzkoušeny. Přitom se ukázaly nedostatky a objevily se problémy při připojení této kombinace ke stereofonnímu zesilovači. Problémy spočívaly v tom, že společný hlubokotónový zářič s oběma satelity je zapojen do obou



Obr. 105. Blokové schéma řídicí části stereofonního zesilovače a výhybky se zářiči

kanálů (fázování signálů), v jednom kanálu je proto nutné otočit fázi signálu. To znamená, že se musí upravovat zesilovač – tím se zesilovač ovšem může používat jen ve spojení s tímto druhem soustav.

Blokové schéma zapojení invertujícího signál v řídicí části stereofonního zesilovače ve spojení s výhybkou a zářičem je na obr. 105. Aby oba satelity vyzařovaly signál stejné polarity, je ve výhybce u jednoho z nich otočena polarita. Z blokového schématu nevyplývají podrobnosti o zapojení zesilovače a výhybky; jde o relativně složitý problém, po jehož definitivním vyřešení se k celé věci ještě na stránkách AR vrátíme. Ze zapojení je vidět, že se na hlubokotónovou jednotku přivádí dvojnásobné napětí (neboli čtyřnásobný výkon), proto bude hladina akustického tlaku signálu nízkých kmitočtů přinejmenším o 3 až 4 dB vyšší, než hladina signálu do satelitních zářičů. Toto zvýšení hladiny akustického tlaku na nízkých kmitočtech není na závadu, naopak, zdůraznění kmitočtů v oblasti od 30 do 150 Hz odpovídá rozložení výkonu v přirozeném akustickém signálu (hudba).

Nové soustavy s tímto zapojením musí mít upravený stereofonní zesilovač, čímž se celé zařízení poněkud komplikuje. Proto se v současné době hledají nová řešení, aby bylo možno tento druh reproduktorových soustav připojit k jakémukoli stereofonnímu zesilovači.

Volba reproduktorů a ozvučnic

Při volbě reproduktorů bereme ohled na velikost obytné místnosti, kterou chceme ozvučit, i maximální standardní příkon. Z toho vyplývá maximální velikost ozvučnice pro subwoofer a pro oba satelity.

Vycházíme také ze stávajících reproduktorů, které jsou u nás vyráběny. Pro daný účel přicházejí v úvahu pro hlubokotónovou část dva typy reproduktorů, a to ARN 6604/8 a ARN 8608/4 s dolním mezním kmitočtem 30 Hz. Zvolíme si menší hlubokotónový reproduktor typu ARN 6608/4. Pro dosažení dolního mezního kmitočtu f_d = 30 Hz s tímto reproduktorem je nutný objem ozvučnice 100 l. Tak velká ozvučnice pro basovou jednotku se jeví pro obytné místnosti jako neúměrná. Menší ozvučnici s těmito reproduktory by bylo možno použít tehdy, kdybychom místo jednoho reproduktoru použili dva zářiče typu ARN 6604, zapojené v sérii a v konstrukčním uspořádání za sebou v tandemu. Maximální dosažitelná hladina akustického signálu by byla stejná jako v uspořádání s jedním reproduktorem, pouze maximální příkon by byl dvojnásobný.

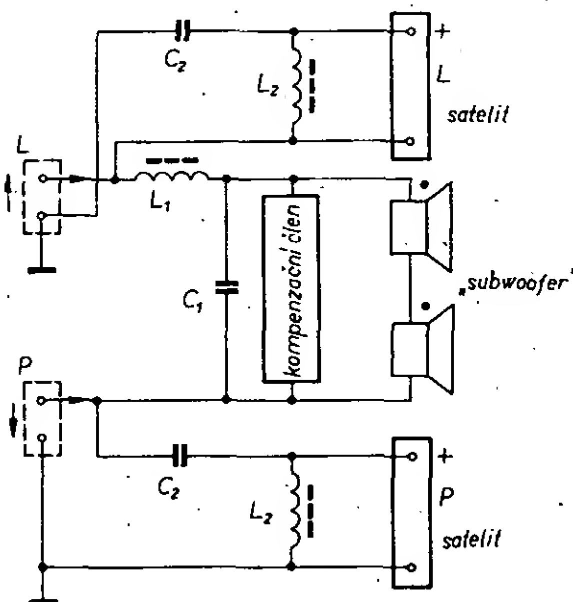
V uvedeném uspořádání by byl nutný objem ozvučnice 50 l. Ozvučnice by byla bas-reflexového typu (novodurový nátrubek o ∅ 75 mm a délce 200 mm), má přijatelný objem, vyrovnanou kmitočtovou charakteristiku a vysokou zatížitelnost. Reproduktorovou skříňku o objemu 50 l lze zhotovit buď ze dřeva, z novodurové desky, či novodurové trubky. Novodurová trubka o vnitřním průměru 300 až 400 mm a tloušťce stěn 7 až 8 mm je vhodná pro tuto ozvučnici a má proti ostatním některé přednosti: je velmi pevná, její stěny nekmitají. Reproduktory se mohou připevňovat na dno válce, je-li vzdálenost dna ozvučnice od podlahy alespoň 20 cm (nožičky nebo jedna „noha" na prostředku válce s kulatým podstavcem). V tomto případě zářič vyzařuje akustický signál do podlahy a přitom to není po akustické stránce na závadu. Válcová ozvučnice je svým řešením neobvyklá a její umístění v interiéru je ne pro každého vhodné; válcová ozvučnice může mít dvojí funkci, jednak může pracovat jako akustický zářič a jednak může sloužit jako podstavec pro bytové doplňky.

K této vyzařovací jednotce jsou vhodné dvoupásmové soustavy – satelity o objemu 5 až 6 litrů. Pro osazení satelitu pro přenos od 150 do 4000 Hz je nejlepší reproduktor typu ARN 5608 a pro přenos nad 4000 Hz vysokotónový reproduktor ARV 3608. Tyto satelity mají uzavřenou ozvučnici a jsou vyplněny porézním materiálem – molitanem.

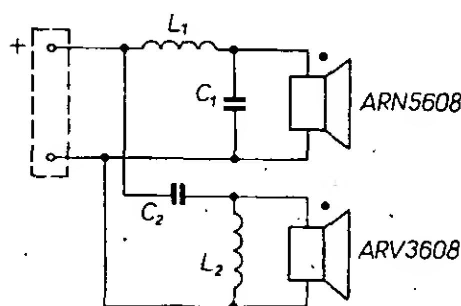
Umístění satelitů v obytných místnostech není vzhledem k jejich rozměrům problémem. Hlubokotónová jednotka, která má větší rozměr, může být umístěna kdekoli v místnosti, nejlépe u zdi nebo v rohu. Jsou-li satelity dostatečně vzájemně vzdáleny, dosáhne se optimálního stereofonního efektu.

Výhybky pro soustavy

Pro tyto nové reproduktorové soustavy jsou určeny výhybky druhého řádu jak pro subwoofer, tak pro satelity (obecně podle obr. 106 a 107). Pořizovací cena výhybky pro básové jednotky se jeví jako poměrně dosti velká v důsledku dělicího kmitočtu 150 Hz. Pro tento kmitočet budou mít tlumivky indukčnost až 17 mH a kondenzátory kapacity 64 µF pro soustavu 8 Ω. Pro dělicí kmitočet 100 Hz budou indukčnosti a kapacity ještě větší.



Obr. 106. Schéma zapojení výhybky u skříňky subwooferu



Obr. 107. Schéma zapojení výhybky satelitu

Pokud se některému amatérovi toto nové řešení zamlouvá a má k dispozici malé kvalitní reproduktorové soustavy, které by využil jako satelity pro tuto soupravu, pak zbývá zhotovit si pouze hlubokotónovou jednotku a upravit zesilovač tak, aby jeden kanál byl invertující.

Toto řešení se doposud neprosadilo ve výrobním procesu, ale věřím, že někteří z čtenářů ocení toto nové řešení a uspořádání pro kvalitní stereofonní reprodukci hudebního signálu a lepší uspořádání v poslechové místnosti.

6.13 Reproduktory do osobních automobilů

Všude jsme provázeni hudbou. Na pracovišti, na poli, na pláži, na rekreaci či za jízdy v dopravních prostředcích. Dobrá a kvalitní hudba, která nás všude provází, bývá často vhodným lékem proti únavě a vyvolává dobrou náladu, jak v práci, doma, tak i při jízdě v dopravním prostředku. Z toho vyplývá, že si musíme vybrat nejen kvalitní a přijatelnou skladbu, ale také musíme mít kvalitní zařízení včetně elektroakustických měničů. Skoro každé moderní a cenově náročnější auto má vestavěn buď rozhlasový přijímač, kazetový přehrávač, nebo obojí dohromady. V mnoha případech jsou automobily vybaveny stereofonními zařízeními a tím i stereofonní reprodukcí zvuku. Zkrátka, jak je vidět, elektroakustika je všude s námi, a proto jí musíme věnovat větší pozornost s ohledem na její kvalitu.

Podmínky pro reprodukci akustického signálu v osobních automobilech jsou poněkud horší než v obytných či poslechových místnostech. Především základní hluk z motoru a z karosérie při obtékání vzduchu zhoršují přenosové akustické vlastnosti. Dále prostor v kabině automobilu je poněkud malý pro dokonalou reprodukci signálu. Umístění zářičů v kabině automobilu není také vždy optimální.

Reproduktorové zářiče určené do vybavení automobilu by měly být rozměrově nevelké. Tyto zářiče by měly být odolné vůči otřesům a vibracím. Citlivost u těchto systémů má být poněkud větší, aby i při malém vybuzení byl užitečný signál značně větší než úroveň hluku a přitom nezkreslený.

K orientaci a možnému výběru vhodných zářičů uvedeme výsledky měření a parametry u některých akustických zářičů, určených do automobilů, vyrobených v ČSSR a v zahraničí.

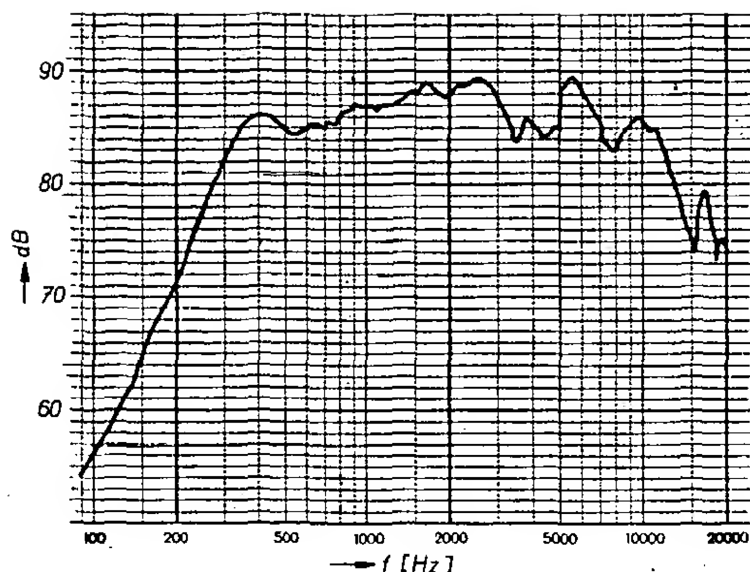
Reproduktorový zářič typu 2110 B

Jedná se o výrobek k. p. TESLA Bratislava. Tento zářič je umístěn v obdélníkové skříňce o rozměrech 165 × 112 × 86 mm z plastické hmoty. Skříňka se skládá ze dvou částí. Na přední části je umístěn reproduktor typu ARE 4804, 4 Ω, 4 W. Před reproduktorem je ochranná lisovaná mřížka z lehčených plastů, která je dostatečně prodyšná. Pod touto mřížkou je navíc průzvučná tkanina, která chrání membránu systému od prachu a poškození. Skříňka je smontována čtyřmi šrouby. Prostor ve skříňce je vyplněn vatou; skříňka je opatřena otočným držákem k upevnění v karosérii automobilu.

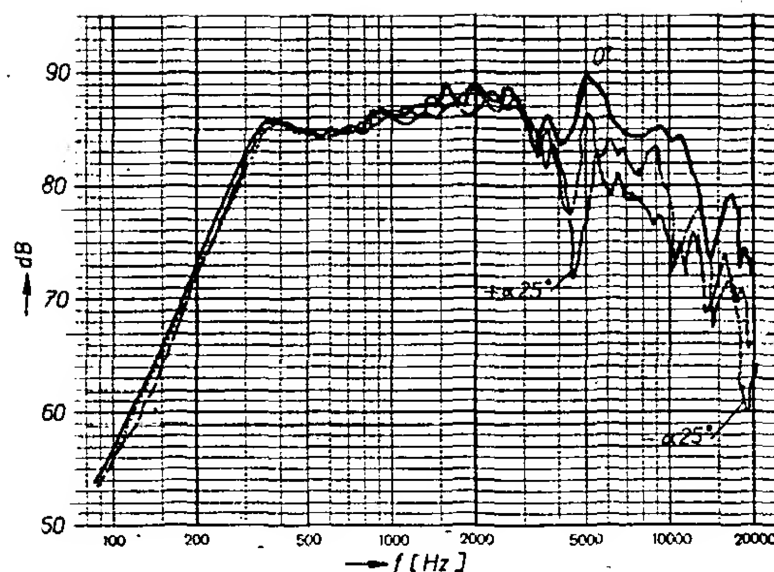
Reproduktorová soustava 2110 B má tyto základní parametry:

Jmenovitá impedance:	4 Ω.
Kmitočtový rozsah:	210 až 15 000 Hz.
Max. standardní příkon:	4 W.
Max. hudební příkon:	8 W.
Charakteristická citlivost:	86 dB/W/m.
Vnitřní objem:	asi 1,2 l.

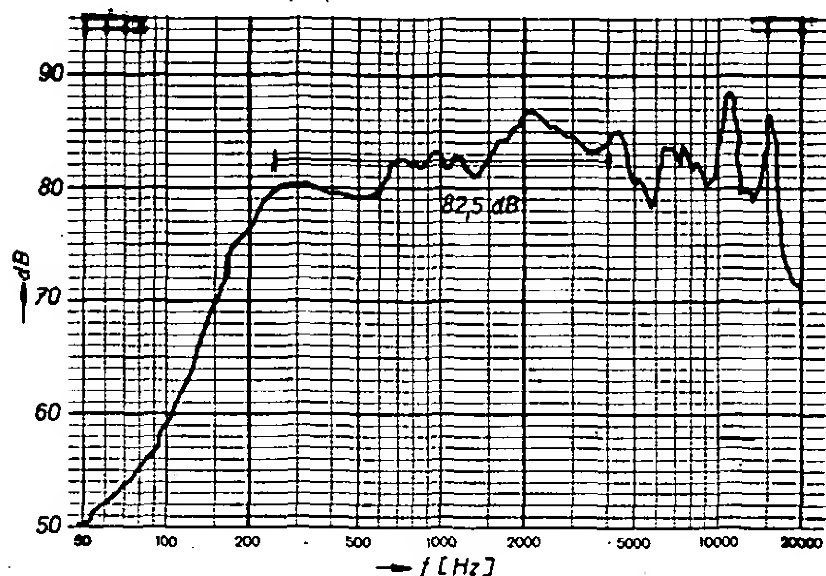
U jednoho vzorku byla měřena kmitočtová charakteristika v bezodrazové akustické komoře (viz obr. 108). U tohoto vzorku byly také změřeny směrové vlastnosti zářiče (obr. 109).



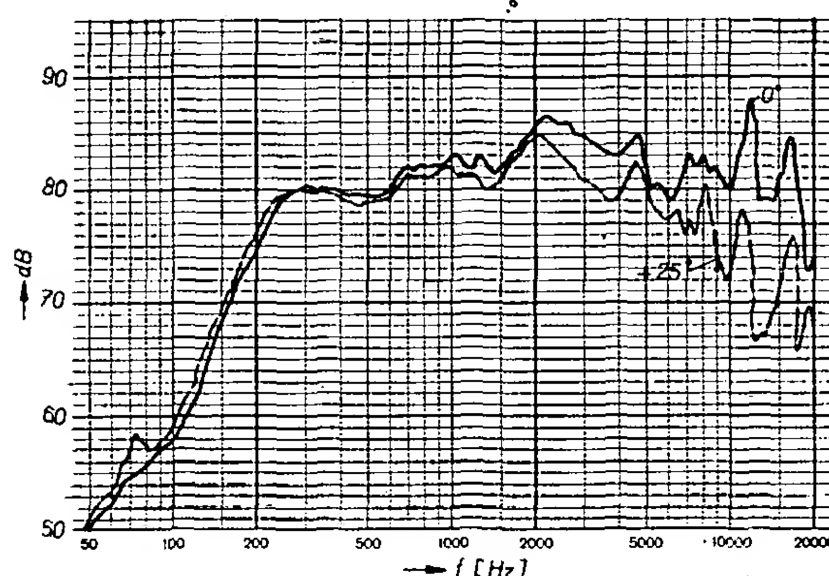
Obr. 108. Kmitočtová charakteristika zářiče typu 2110 B. Měřeno v ose reproduktoru ve vzdálenosti 1 m při příkonu 1 VA (U_g = 2 V)



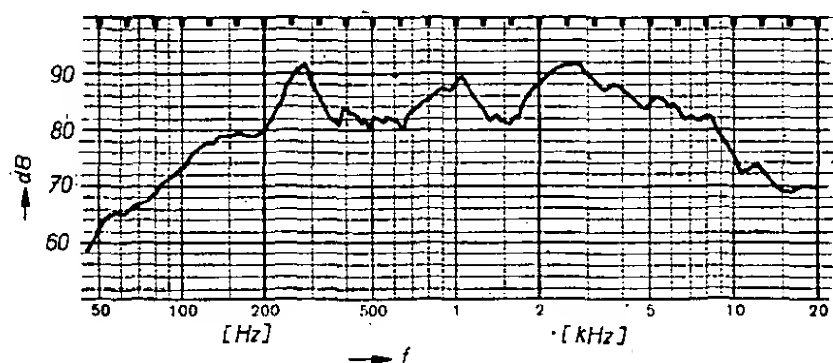
Obr. 109. Směrové vlastnosti zářiče typu 2110 B. Měřeno v ose reproduktoru v horizontální rovině 0° a od osy ±25° při příkonu 1 VA (U_g = 2 V)



Obr. 110. Kmitočtová charakteristika sférického zářiče typu ARS 125. Měřeno ve vzdálenosti 1 m při příkonu 1 VA (U_g = 2 V)



Obr. 111. Směrové vlastnosti sférického zářiče ARS 125. Měřeno ve vzdálenosti 1 m v ose reproduktoru 0° a od osy ±25° při příkonu 1 VA (U_g = 2 V)



Obr. 112. Kmitočtová charakteristika sférického zářiče ARS 125. Měřeno v kabině vozu ŠKODA 120 L ve vzdálenosti 1 m při příkonu 1 VA (U_g = 2 V)

Sférický reproduktor ARS 125

Sférický reproduktor typu ARS 125 je kulový zářič o vnějším průměru 120 mm. Skládá se ze dvou částí z lehčených hmot. Na přední části ozvučnice je perforovaný plech, který je dostatečně průzvučný. Tento sférický zářič má podstavec také z lehčených hmot. Na podstavci jsou otvory pro upevnění zářiče do kabiny automobilu. Kulový zářič lze natáčet kolmo vůči podstavci asi o 40°. Výrobcem sférických reproduktorů je TESLA Valašské Meziříčí. Kromě typu ARS 125 vyrábí tento podnik ještě sférické reproduktorové systémy typu ARS 124 a ARS 575. U těchto tří typů jsou použity reproduktory typu ARX 364 a ARX 368 o průměru 103 mm.

Základní technické parametry těchto sférických zářičů jsou:

	ARS 124 ARS 125	ARS 575
Jmenovitá impedance:	4 Ω +50 %, −10 %	8 Ω +50 %, −10 %
Max. standardní příkon:	5 W,	5 W.
Max. špičkový příkon:	10 W,	10 W.
Kmitočtový rozsah:	200 až 15 000 Hz,	100 až 15 000 Hz.
Charakteristická citlivost:	84 dB,	84 dB.
Průměr ozvučnice:	120 mm,	–.
Vnitřní objem:	1 l,	3 l.
Hmotnost:	1,3 kg,	1,6 kg.

U vzorku ARS 125 byly změřeny některé základní vlastnosti. Kmitočtová charakteristika je na obr. 110. Na tomto obrázku je vidět charakteristickou citlivost v pásmu od 250 do 4000 Hz. Směrové vlastnosti jsou patrné z obr. 111.

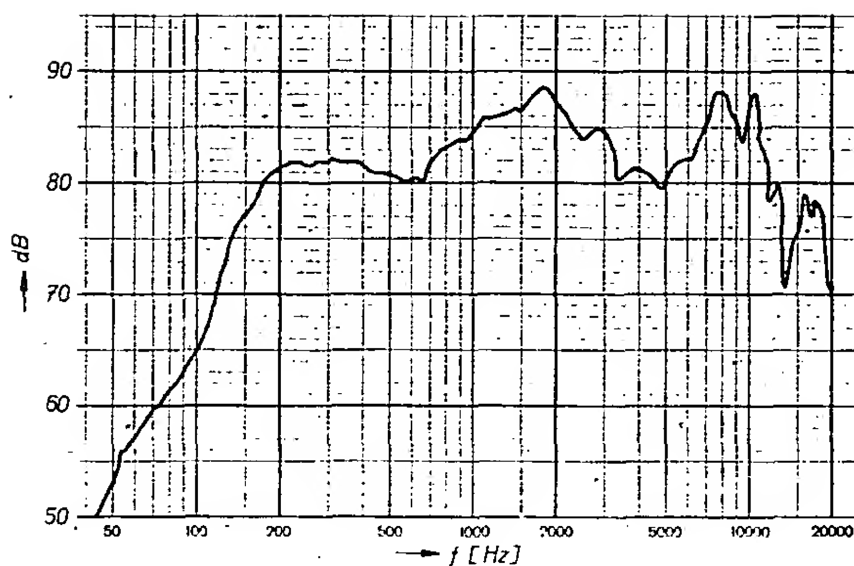
Se stejným vzorkem byly měřeny také akustické vlastnosti v osobním automobilu ŠKODA 120 L. Reproduktor ARS 125 byl umístěn na odkládací plošině před zadním oknem vozu. V kabině byl instalován mikrofon ve vzdálenosti 1 m od zářiče, mezi přední sedadla vozu, ve výšce hlavy řidiče. Reproduktor byl napájen sinusovým tónem z generátoru typu 1024 firmy B a K s kmitočtovým rozkmitáním signálů – šířka pásma 30 Hz. Tato kmitočtová modulace je nutná pro vyloučení stojatých vln v kabině vozu. Výsledky měření jsou na obr. 112. Kmitočtová charakteristika u tohoto měření nad 5000 Hz není směrodatná proto, že byl použit mikrofon o ∅ 24 mm (je ovlivněna vlastnostmi použitého mikrofonu v difúzním akustickém poli). V oblasti nízkých kmitočtů do 200 Hz je kmitočtový průběh zlepšen – to je dáno tím, že kabina má vlastní rezonanci při 80, 120 a 160 Hz.

Je nutno podotknout, že toto poslední měření ARS 125 je jen informativní, nemůže sloužit jako konečný obraz o činnosti sférického zářiče v kabině automobilu.

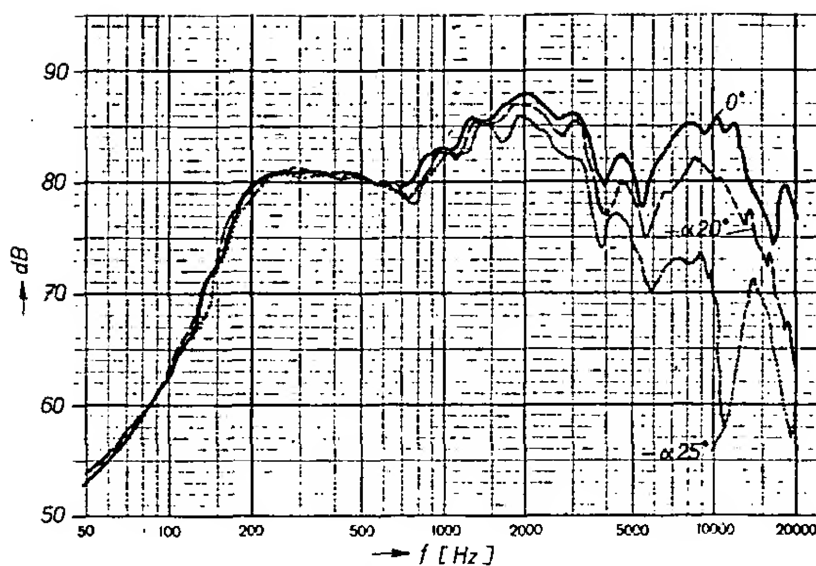
Sférický zářič typu UNI 15

Sférický zářič UNI 15 (B 7162) je svými rozměry a vlastnostmi velmi podobný zářiči typu ARS 125. Tento typ vyrábí firma RFT v NDR.

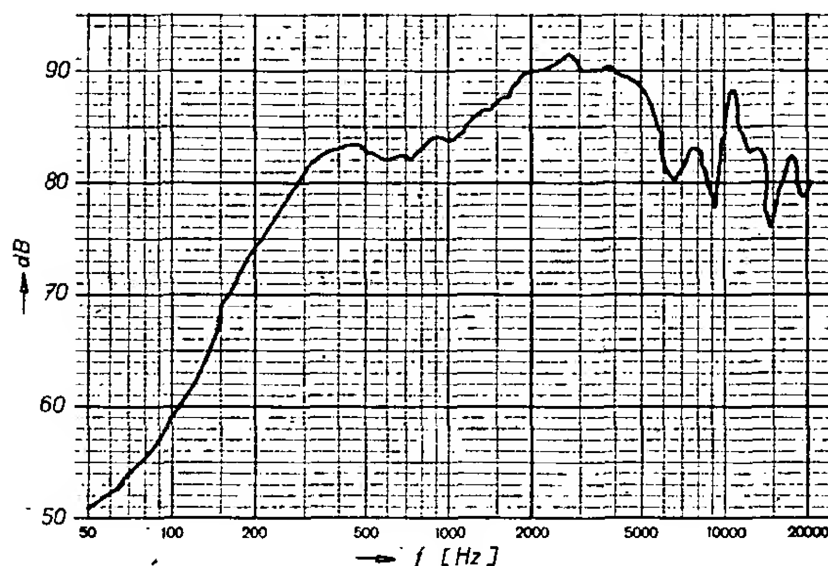
Ozvučnice má tvar koule o průměru 120 mm a o vnitřním objemu asi 10^{-3} m³. Ozvučnice je zhotovena z černé plastické hmoty, na přední straně je opatřena krytem z tvarovaného drátěného pletiva. Sférická ozvučnice je opatřena spodním podstavcem s kruhovou základnou.



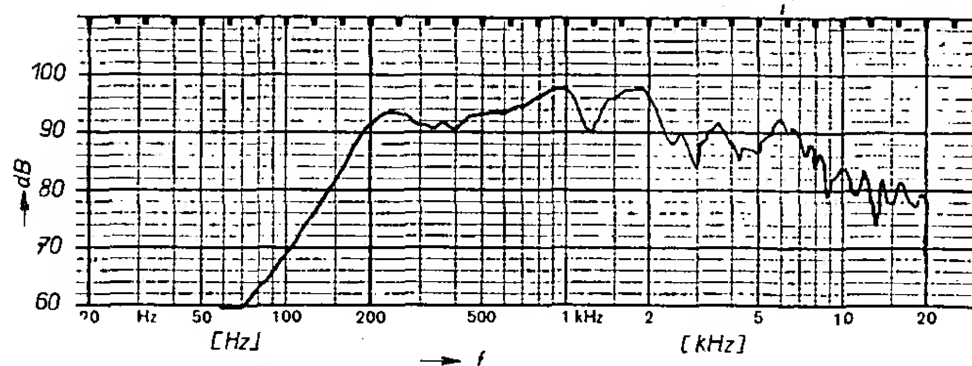
Obr. 113. Kmitočtová charakteristika sférického zářiče typu UNI 15. Měřeno ve vzdálenosti 1 m při příkonu 1 VA (U_g = 2,83 V)



Obr. 114. Směrové vlastnosti sférického zářiče typu UNI 15. Měřeno v ose reproduktoru 0° a od osy +20° a −25° při příkonu 1 VA (U_g = 2,83 V)



Obr. 116. Kmitočtová charakteristika soustavy Intervox. Měřeno ve vzdálenosti 5 cm (v blízkém poli) při U_g = 500 mV



Obr. 115. Kmitočtová charakteristika reproduktoru TOKUDEN. Měřeno ve vzdálenosti 1 m při příkonu 1 VA (U_g = 2,83 V)

Základní technické parametry tohoto typu podle prospektu jsou:

Jmenovitá impedance:	8 Ω.
Max. standardní příkon:	15 W.
Max. špičkový příkon:	25 W.
Kmitočtový rozsah:	130 až 20 000 Hz.
Průměr ozvučnice:	120 mm.
Hmotnost:	800 g.

U typu UNI 15 byly změřeny některé základní elektroakustické vlastnosti (obr. 113 a 114). Bylo změřeno např. nelineární zkreslení a ukázalo se, že pod 150 Hz je až 15 % při příkonu 1/10 maximálního standardního příkonu.

Z naměřených údajů vyplývá, že hlavní technické vlastnosti jsou shodné s tuzemskými výrobky typu ARS 125.

Sférický zářič typu F-770 3L

Tento sférický zářič typu F-770 3L pod značkou TOKUDEN – (Japonsko) je obdobou předešlých dvou sférických zářičů. Ozvučnice je ve tvaru koule o průměru 110 mm z černé lehčené hmoty a je osazena širokopásmovým reproduktorem o průměru 75 mm zn. Tokuden s feritovým magnetem o průměru 60 mm a o tloušťce 8 mm. Technické parametry a jiné údaje nebyly u tohoto vzorku k dispozici. Byla změřena kmitočtová charakteristika v plném prostoru 4 π, která je na obr. 115. Jmenovitá impedance reproduktoru je 8 Ω.

Tato tři sférická reprodukční zařízení byla uvedena proto, aby čtenáři mohli porovnat vlastnosti našich a zahraničních výrobků pro ozvučení prostoru ve vozech.

Třípásmová reproduktorová soustava typu K 6X9 T20X

Pro kvalitnější reprodukci zvuku v osobních automobilech a v jiných dopravních prostředcích se dnes používají nejen jednopásmové, ale i dvou a vícepásmové soustavy. Navíc jsou vozy vybavovány stereofonním zařízením pro kvalitní stereofonní jev.

Uvedeme jeden typ vícepásmové soustavy, určené pro stereofonní reprodukci zvuku. Je to třípásmová reproduktorová soustava typu K6X9T20X zn. Intervox fy International z USA. Tato soustava se skládá z eliptického reproduktoru o rozměrech membrány 116 × 181 mm, který slouží pro přenos nízkých kmitočtů, středotónový reproduktor je přímovyzařující a má průměr membrány 62,5 mm, vysokotónový reproduktor má průměr 25 mm. Středotónové a vysokotónové reproduktory jsou umístěny před membránou eliptického reproduktoru kovovým děrovaným držákem. Reproduktory jsou zapojeny přes kondenzátory a výhybka je prvního řádu (6 dB/okt). Soustava je určena pro montáž do dveří auta a je určena pro stereofonní přenos.

Podle přiloženého prospektu uvádíme technické parametry soustavy:

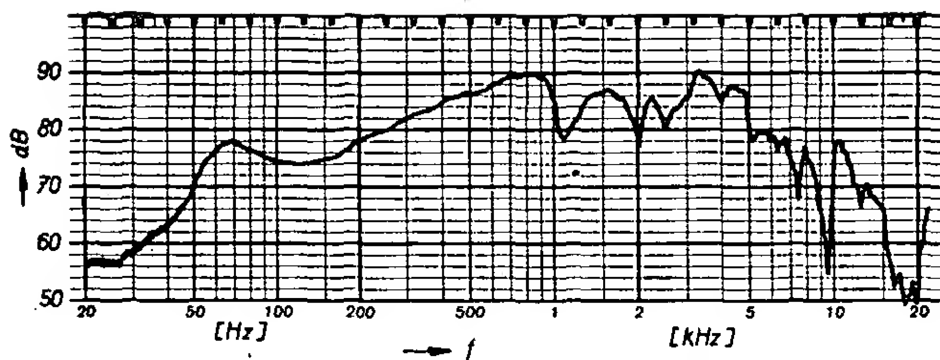
Jmenovitá impedance:	8 Ω.
Max. hudební příkon:	50 W.
Kmitočtový rozsah:	55 až 20 000 Hz.
Charakteristická citlivost:	89 dB/VA/m.
Rozměry (šířka × délka):	160 × 230 mm.

U tohoto typu byly změřeny některé ze základních vlastností podle ČSN 36 8261. Protože soustava neměla ozvučnici, byla umístěna na čtyřhranné desce o rozměrech 450 × 450 mm. Byla změřena kmitočtová charakteristika v blízkém poli (obr. 116). Dále byla změřena kmitočtová charakteristika ze dvou vzdáleností: 0,5 a 1 m (obr. 117 a 118). Na obr. 119 jsou směrové vlastnosti této soustavy.

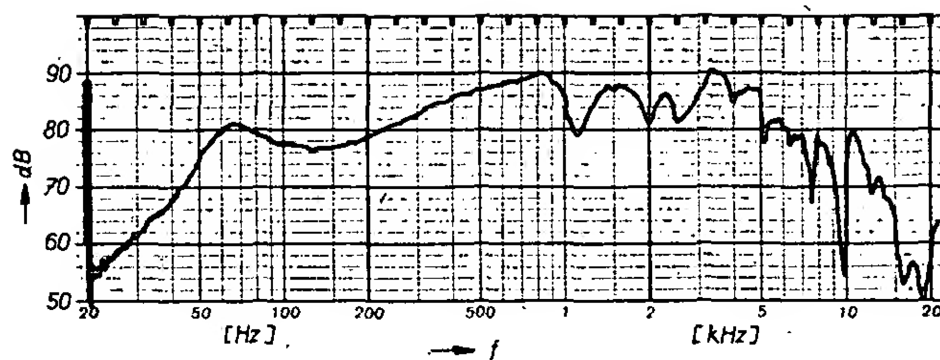
Z naměřených údajů je patrné, že tato soustava, určená do automobilu, má dobré elektroakustické vlastnosti.

Typy reproduktorových soustav pro ozvučení osobního automobilu, které jsou uvedeny v této kapitole, jsou jen zlomkem toho, co se vyrábí ve světě. Na našem trhu je výběr v tomto směru poměrně malý.

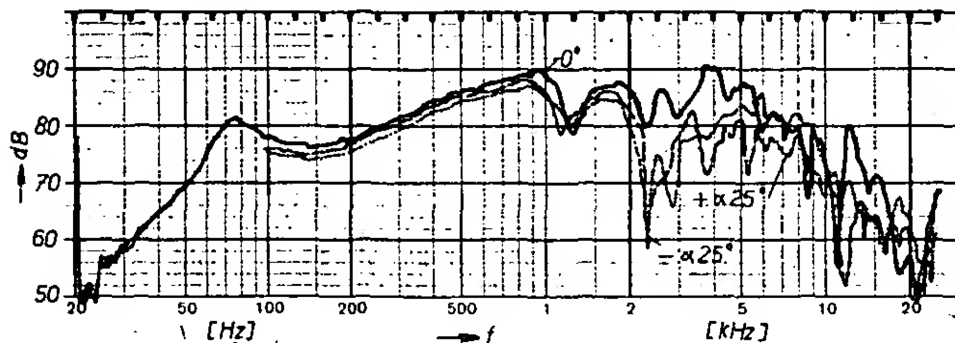
Pokud některý čtenář touží mít ve svém automobilu kvalitnější reproduktorovou soustavu s tuzemskými reproduktory a chtěl by si ji sám zhotovit, pak bych mu mohl navrhnout jednu přijatelnou alternativu. Jde o dvoupásmovou reproduktorovou soustavu, kterou lze umístit buď na zadní odkládací plošině, nebo v postranních dveřích. Zadní plošina nebo dveře budou sloužit za ozvučnici této soustavy. Soustavy je možno také umístit v přední části automobilu. K realizaci soustavy je zapotřebí reproduktor typu ARZ 369 (který je nyní bohužel vyřazen z programu výroby) a vysokotónový reproduktor typu ARV 081. Schéma zapojení soustavy je na obr. 120. Jde o jednoduché zapojení a o snadnou realizaci, pokud se seženou tyto hlubokotónové reproduktory o Ø 100 mm. Soustava byla změřena a výsledky byly velmi přijatelné. Kmitočtový



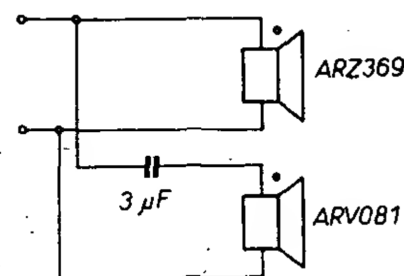
Obr. 117. Kmitočtová charakteristika soustavy Intervox. Měřeno ve vzdálenosti 0,5 m při příkonu 0,25 VA (U_g = 2 V)



Obr. 118. Kmitočtové charakteristiky soustavy Intervox. Měřeno ve vzdálenosti 1 m při příkonu 1 VA (U_g = 2,83 V)



Obr. 119. Směrové vlastnosti soustavy Intevox. Měřeno ve vzdálenosti 1 m v horizontální rovině v ose 0° a od osy ±25° při příkonu 1 VA (U_g = 2,83 V)



Obr. 120. Schéma zapojení navržené dvoupásmové soustavy do automobilu

rozsah bez poklesu je prakticky od 95 Hz do 18 000 Hz. Věříme, že toto řešení uspokojí mnoho náročných posluchačů při reprodukci hudebního signálu v osobních automobilech.

6. 14 Reproduktorová soustava „CORONA“

Reproduktorová soustava CORONA typu B9271 je velmi zajímavá a proto ji zde pro informaci uvádím.

Je to třípásmová reproduktorová soustava o vnitřním objemu 12 dm³ s elektronickou ochranou proti přetížení systému. Tuto kombinaci vyrábí firma RFT v NDR a je v prodeji na našem trhu. Výrobce uvádí o této soustavě následující technické parametry:

Jmenovitá impedance:	4 Ω.
Kmitočtový rozsah:	40 až 20 000 Hz.
Max. standardní příkon:	50 W.
Max. hudební příkon:	75 W.
Charakteristická citlivost:	83 dB/W/m.
Dělicí kmitočet:	1000 a 5500 Hz.
Vnitřní objem ozvučnice:	12 dm³.
Rozměry ozvučnice (h × š × v):	230 × 256 × 350 mm.
Hmotnost:	8 kg.

Vnější objem ozvučnice je 20 dm³.

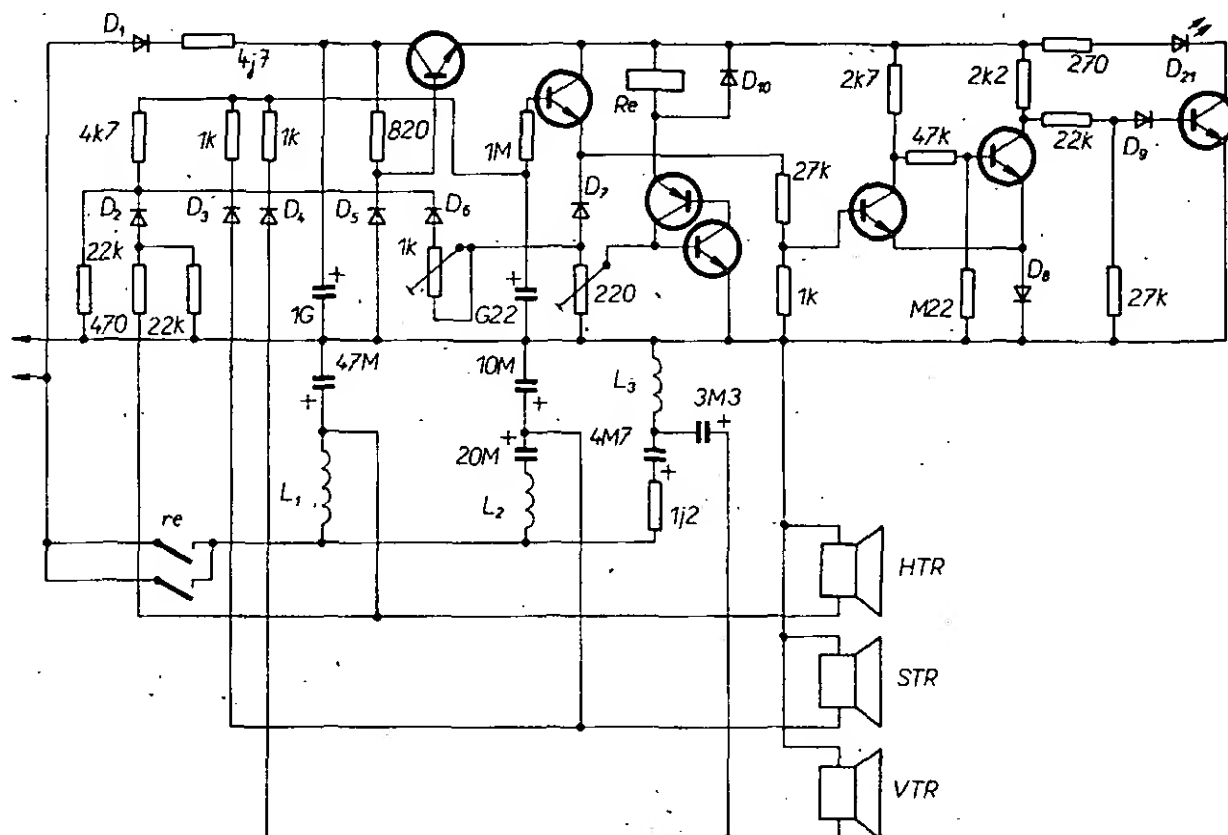
Na této kombinaci je zajímavé, že má v ozvučnici vestavěný elektronický obvod, který chrání soustavu proti přetížení. Schéma zapojení elektronického obvodu je na obr. 121. Ve schématu jsou uvedeny pasívní součástky pro výhybku této kombinace, která je druhého řádu (−12 dB/okt.).

Funkce ochranného obvodu spočívá v tom, že při větším příkonu do soustavy, při němž začínají být zářiče přebuzeny, se nejprve rozsvítí dioda LED D_{21} a pak přitáhne relé Re a svými kontakty odpojí systémy od vstupního signálu. Když se příkon zmenší, kontakty se opět spojí a tím jsou systémy opět připojeny k zesilovači. Je třeba podotknout, že pro různou citlivost reproduktorů a jejich maximální standardní příkon bude třeba různě nastavit spínací obvod. Podle typu použitých reproduktorů bude tedy třeba volit spínací obvod. Podle typu použitých reproduktorů bude tedy třeba volit Zenerovo napětí diody D_7 a nastavit trimry 220 Ω a 1000 Ω. Tímto nebo podobným ochranným elektronickým obvodem je vhodné vybavit reproduktorové soustavy především tehdy, vlastníme-li zesilovač s velkým výkonem a elektroakustické zářiče, které jsou určeny pro menší elektrický příkon. Elektronický ochranný obvod soustavy spolehlivě ochrání a bude stát podstatně méně, než kterákoli samostatná vícepásmová soustava. Další předností tohoto zapojení je, že LED bude upozorňovat, že reproduktorová soustava začíná být přebuzena, což v praxi znamená, že se zvětšuje nelineární zkreslení signálu.

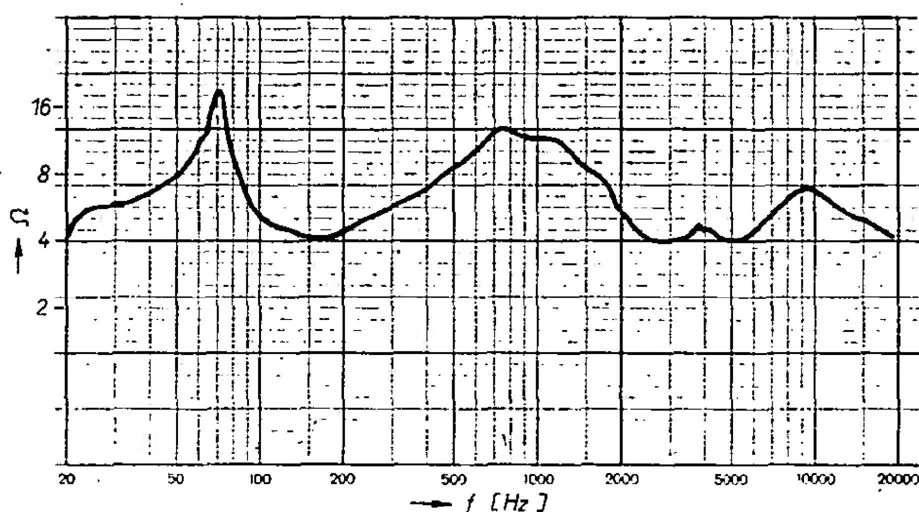
Pro zájemce o soustavu Corona, která je na našem trhu, uvedeme některé důležité (změřené) elektroakustické parametry. Především byl změřen průběh elektrické impedance v závislosti na kmitočtu (obr. 122). Dále byla změřena kmitočtová charakteristika, která je na obr. 123. Na tomto obrázku je uvedena i charakteristická citlivost soustavy. Byl zkoušen vliv předního krytu, který je z tvarovaného perforovaného plechu. Ukázalo se, že průzvučnost je optimální a že kryt nemá vliv na kmitočtové a směrové charakteristiky.

Při měření bylo zjištěno poněkud větší nelineární zkreslení na nízkých kmitočtech od 40 do 100 Hz a to 9 až 18 %. Přitom bylo měřeno při 1/5 jmenovitého příkonu (U_g = 6,3 V). Vzhledem k tomu, že byl měřen pouze jeden vzorek, nelze z tohoto faktu vyvozovat žádné závěry (stačí např. aby byl hlubokotónový systém náhodně poněkud horší, např. aby kmitací cívka nebyla umístěna přesně ve středu mezery magnetického obvodu).

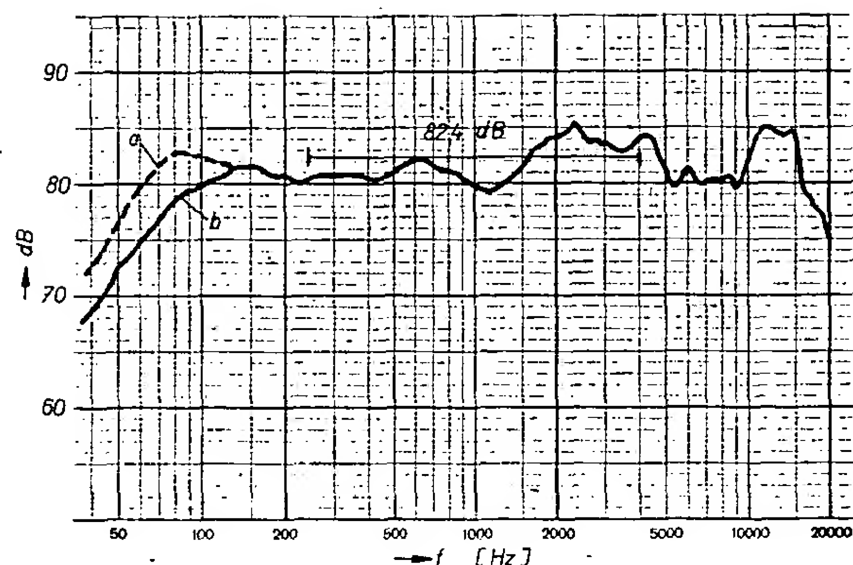
Z naměřených údajů vyplývá, že reproduktorová soustava Corona je vzhledem ke svým rozměrům a ve své cenové třídě



Obr. 121. Schéma zapojení elektronického ochranného obvodu soustavy CORONA



Obr. 122. Kmitočtový průběh vstupní impedance soustavy CORONA



Obr. 123. Kmitočtová charakteristika soustavy CORONA. Měřeno ve vzdálenosti 1 m v ose vysokotónového reproduktoru při příkonu 1 VA (U_g = 2 V)

velmi kvalitní, vhodná pro bytové použití a i pro ozvučení malých, společenských poslechových místností.

7. Utěsnění reproduktorových soustav, tlumení ozvučnic a překážky před reproduktory

7.1 Utěsnění reproduktorových soustav

Utěsněním reproduktorových soustav se rozumí odstranění štěrbin v rozích skříňky a všude tam, kde jsou vzájemně spojeny stěny skříňky. Pokud se zadní stěna a přední ozvučnice skližují a montují napevno, je třeba, aby všechny styčné plochy vedlejších stěn dobře doléhaly a byly přilepeny lepidlem. Jestliže se přední ozvučnice montuje dodatečně spolu s reproduktory, je nutné, aby deska ozvučnice dobře doléhala na vnitřní rám skříňky (viz obr. 14). Aby byla přední ozvučnice dokonale utěsněna, nalepíme po dotykové okrajové ploše ozvučnice samolepicí molitanové pásky o šířce 15 až 20 mm a tloušťce 4 až 8 mm, které se běžně prodávají v drogerii (k utěsnění oken a dveří). Po nalepení molitanového pásku přišroubujeme přední ozvučnici ke skříňce vruty (viz obr. 14).

Při montáži reproduktorů na přední ozvučnici předem nalepíme na okraj koše, který doléhá na otvor ozvučnice, samolepicí molitanové pásky o šířce 10 až 15 mm a tloušťce 3 až 6 mm (viz obr. 13). Po nalepení molitanových pásků se reproduktory k ozvučnici připevňují vruty nebo šrouby, které zespodu utahujeme maticemi tak, aby nemohly mezi košem reproduktoru a přední ozvučnicí vzniknout netěsnosti.

Novodurová trubka, která se uplatňuje jako prvek Helmholzova rezonátoru, musí být k přední ozvučnici dobře přilepena, aby i tam nemohly vzniknout netěsnosti nebo aby se dokonce nemohla trubka rozkmitat.

Netěsnosti v reproduktorové soustavě se projeví na výsledné kmitočtové charakteristice a ve velikosti nelineárního zkreslení, proto pracujeme vždy s maximální pečlivostí a styk stěn a styk reproduktor–stěna pečlivě kontrolujeme.

7.2 Tlumení ozvučnice

Tlumením ozvučnice rozumíme jednak utlumení stěny ozvučnice tak, aby nemohly vzniknout parazitní kmity při reprodukci, a jednak utlumení vnitřního prostoru ozvučnice, aby nemohlo vzniknout stojaté vlnění. Kmitání stěn potlačíme tím, že je zvolíme dostatečně tlusté. Pokud mají stěny příliš velkou plochu, je dobré vyztužit je dřevěnými latěmi z tvrdých laťových prken o tloušťce 20 až 30 mm, a to buď napříč, nebo několik podélných sklížit na vnitřní straně stěny. Vnitřní stěnu také obkládáme průmyslovou vatou nebo molitanem o tloušťce 15 až 30 mm podle velikosti stěn a objemu ozvučnice. Vnitřní prostor se někdy zaplňuje průmyslovou vatou nebo drtí, v poslední době polyetylénovými fóliemi a molitanovou drtí, nebo nejlépe molitanovou fólií, která je definovaná váhově a rozměrově a kterou lze ve skříňce rovnoměrně rozložit.

Tlumicí hmota pro každou skříňku má být přesně určena. Do uzavřených ozvučnic dáváme tolik tlumicí hmoty, abychom dosáhli co nejvyrovnanějšího průběhu kmitočtové charakteristiky v oblasti nízkých kmitočtů.

7.3 Překážky před reproduktory

Před reproduktory se obvykle připevňují rámy, potažené různým materiálem, mohou být z textilních, kovových nebo plastických hmot. Tyto krycí „potahy" musí být řešeny tak, aby neovlivňovaly elektroakustické vlastnosti systému. Plocha otvorů v předním krytu soustavy má být větší než 50 % celkové plochy, 40 % je hranice pro nejhorší případ. Je-li volná plocha (plocha otvorů) pod touto hranicí, tlumí se signály vyšších kmitočtů a kmitočtová charakteristika v celém pásmu je více zvlněna.

Velmi vhodnou textilii pro reproduktorové soustavy je plastická tkanina výroby n. p. Slovena Žilina v různých odstínech, počínaje lesklou popř. matově černou, přes hnědou atd. Textilii je třeba na dřevěný rám dobře napnout a přední kryt ozvučnice má pak velmi pěkný vzhled. Kryt před ozvučnici si může snadno zhotovit každý sám, na obr. 124 uvádím obecný příklad zhotovení rámu a detail připevnění tkaniny k rámečku.

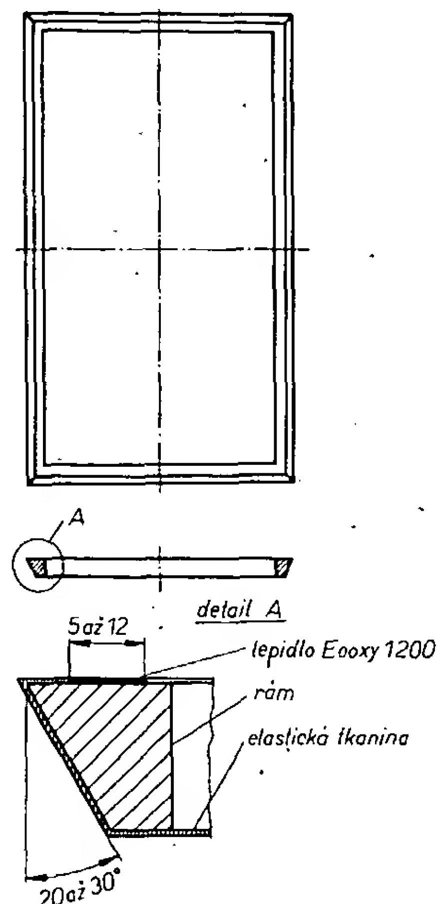
Menší reproduktorové soustavy mohou mít kryt přední stěny z kovové síťky nebo z perforovaného plechu, které mají také pěkný vzhled. Perforovaný plech musí velmi dobře doléhat na plochu přední stěny skříňky ozvučnice a nesmí kmitat ani při maximálním vybuzení soustavy. Plocha otvorů u těchto ochranných krytů musí být min. 40 % celkové plochy a tloušťka stěny krytu nesmí být příliš velká – 1 až 2,5 mm.

Kryty předních stěn, které se vyrábějí z plastických hmot, mají také dobré vlastnosti a vzhled. Řešit kryt přední stěny z těchto materiálů však je v domácích podmínkách velmi složité nebo nemožné. Opět však nesmí být plocha otvorů menší než 40 % celkové plochy a tloušťka stěny krytu musí být maximálně 2 až 3,5 mm.

Má-li reproduktorová soustava bas-reflexový otvor na přední stěně ozvučnice, nemá být před ním vůbec žádná překážka, protože při větších akustických výkonech bývá rychlost vzduchu jím protékající značná. Ideální by bylo řešit v tomto případě čelní stěnu soustavy bez jakýchkoli krytů, ať již z tkaniny nebo pletiva apod.).

8. Objektivní a subjektivní měření reproduktorových soustav

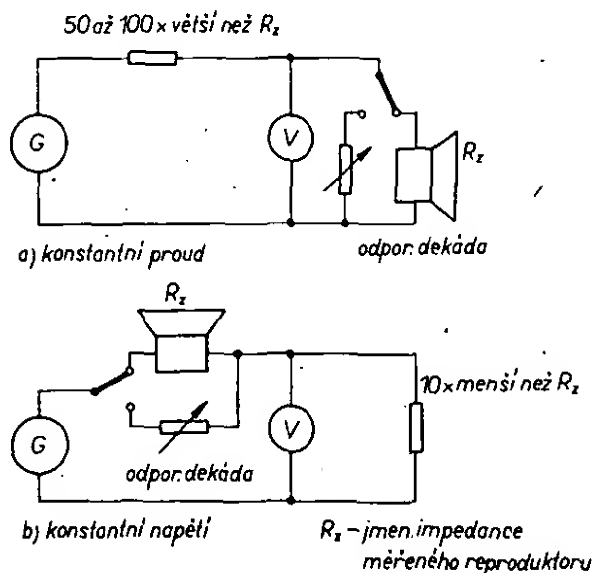
Z výsledků objektivních měření a subjektivních zkoušek lze hodnotit kvalitu zářiče. Důležité parametry, které bychom měli změřit, jsou: elektrická vstupní impedance, kmitočtový průběh, směrové charakteristiky, citlivost a nelineární zkreslení. Subjektivní hodnocení je pak velmi důležité pro posouzení celkové kvality reproduktorových soustav.



Obr. 124. Výkres rámečku a detail připevňování tkaniny na rámu

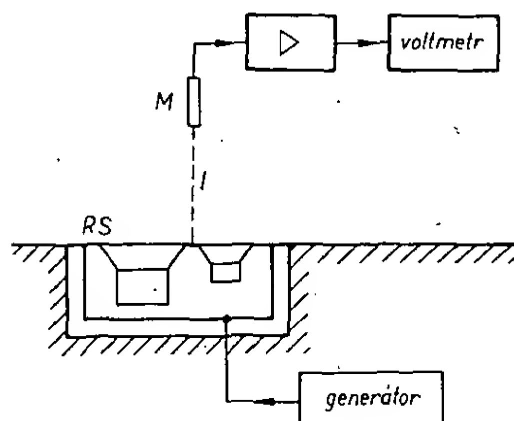
8.1 Objektivní hodnocení

Reálnou složku vstupní impedance lze měřit na vhodném můstku, např. Omega I. Vstupní impedanci v závislosti na kmitočtu lze měřit s několika základními přístroji. Blokové schéma uspořádání přístrojů při tomto měření je na obr. 125. Impedanci lze měřit buď při konstantním proudu nebo při konstantním napětí.



Obr. 125. Schéma zapojení při měření vstupní impedance reproduktoru

Kmitočtový průběh lze měřit v domácích podmínkách, pokud je k dispozici alespoň nf generátor, měřicí mikrofon se zesilovačem a střídavý voltmetr. Nejjednodušší zapojení při měření kmitočtové charakteristiky bod po bodu v poloprostoru je vidět z blokového schématu na obr. 126.



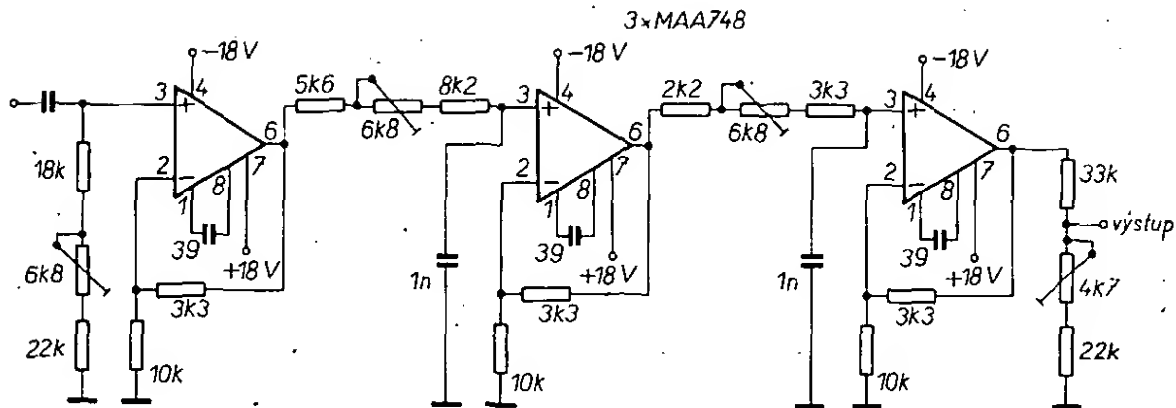
Obr. 126. Měření kmitočtové a směrové charakteristiky soustav v poloprostoru

Měřicí mikrofon se může nahradit běžně dostupným elektretovým mikrofonem o Ø 12 mm, spojeným s integrovaným předzesilovačem, který se používá u některých kazetových magnetofonů. Tyto elektrostatické mikrofony mají velmi vyrovnanou kmitočtovou charakteristiku téměř v celém slyšitelném kmitočtovém pásmu.

Směrové vlastnosti zjistíme ve stejném uspořádání jako na obr. 126. Mikrofon posouváme od osy zářiče po 15, 20, 25 a 30°.

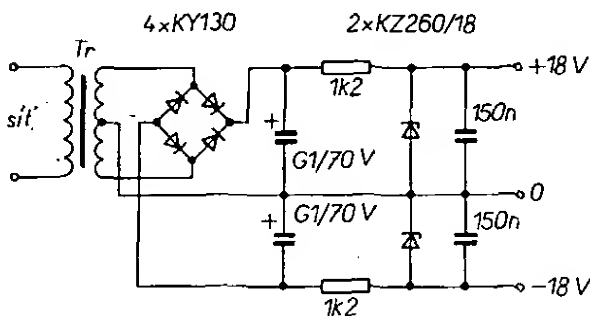
Charakteristickou citlivost přepočteme v pásmu od 250 Hz do 4000 Hz z naměřené kmitočtové charakteristiky.

Nelineární zkreslení. Důležitým údajem pro posouzení dané reproduktorové soustavy je velikost nelineárního zkreslení. Toto měření však vyžaduje složitější přístrojové vybavení, navíc při měření se



Obr. 128. Schéma zapojení filtru

snadno mohou zničit přetížením reproduktory, především vysokotónové. Proto normy ČSN 36 8265 při tomto měření doporučují zařadit do měřicího řetězce filtr s kmitočtovou závislostí podle obr. 127, odpovídající průměrnému spektrálnímu rozložení energie přirozených akustických signálů. Takový filtr lze snadno zhotovit s operačními integrovanými zesilovači. Schéma zapojení tohoto filtru, který je ověřen a vyzkoušen, je na obr. 128. Pomocí tohoto filtru můžeme měřit nelineární zkreslení reproduktorových soustav při maximálním sinusovém signálu a můžeme si být jisti, že se přitom nezničí reproduktory vysokotónové části měřené soustavy i při maximálním vybuzení. Pro úplnost uvádím i schéma zapojení napájecího zdroje filtru (obr. 129).



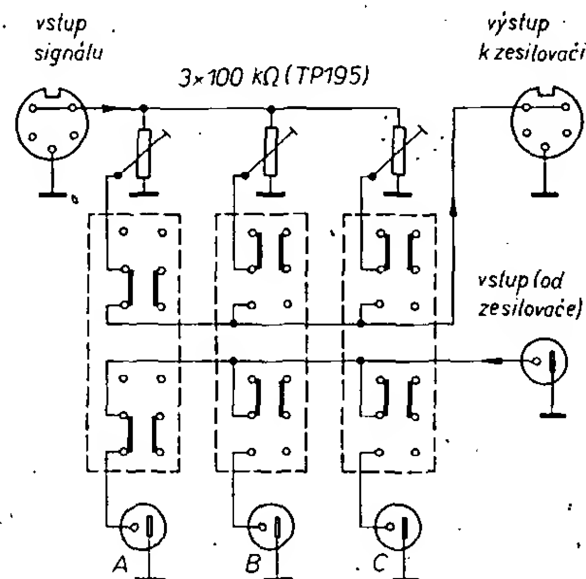
Obr. 129. Schéma napájecí části filtru

8.2 Subjektivní hodnocení

Subjektivní „měření" a hodnocení je také velmi důležité pro posouzení jakosti reproduktorových soustav. Subjektivní hodnocení vyžaduje více času, ale zase ne tolik přístrojů, jako při objektivním měření.

Jako prostředí k tomuto hodnocení stačí poslechová místnost, což by byl např. obývací pokoj o objemu zhruba 50 m³, který má dobu dozvuku přibližně 0,5 s. Potřebné přístroje: jakostní zesilovač s jakostním gramofonem nebo magnetofonem. Dále potřebujeme jakostní gramofonovou desku nebo magnetofonový pásek. Jako nahrávku volíme raději klasickou vážnou hudbu (najlépe symfonický orchestr), v níž jsou zastoupeny signály nízkých i vysokých kmitočtů.

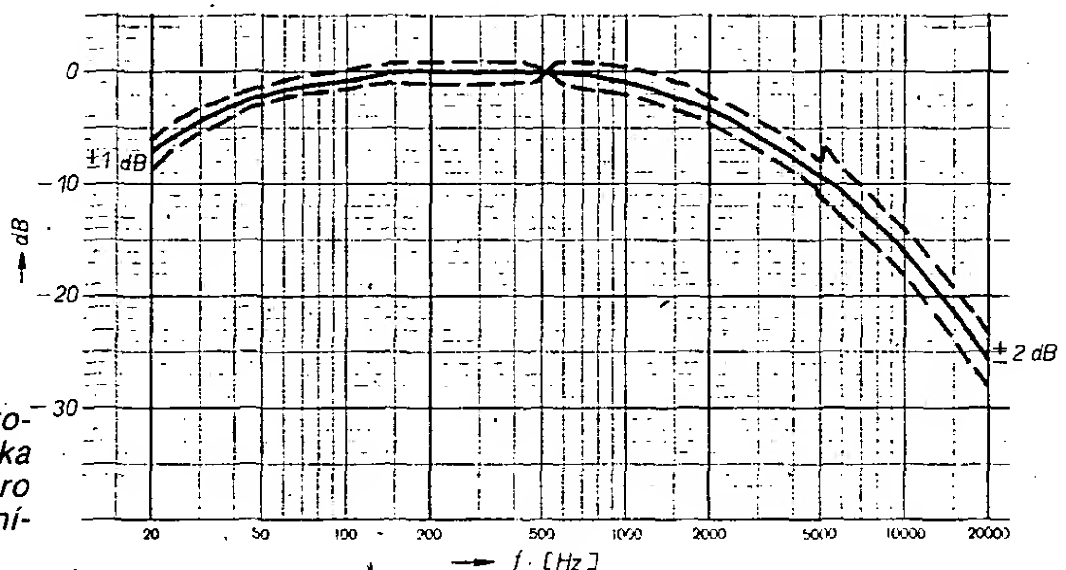
Při tomto hodnocení potřebujeme co nejlepší reproduktorovou soustavu se známými vlastnostmi, která bude sloužit jako referenční. Uvedeme příklad pro subjektivní hodnocení dvojice stereofonních reproduktorových soustav. Při hodnocení použijeme známou metodu srovnávacího měření každé soustavy s každou. Do tohoto srovnávacího testování zařadíme námi zhotovené reproduktorové soustavy pro stereofonní signál. Celkem tedy budeme mít tři soustavy, které navzájem porovnáme. Tím zjistíme, jsou-li naše soustavy srovnatelné s referenční soustavou. Zároveň zjistíme, zda-li se reproduktorové soustavy vzájemně příliš neliší. Abychom mohli rychle přepínat signál do jednotlivých soustav, zhotovíme si přepínací skříňku. Schéma zapojení přepínací skříňky je na obr. 130.



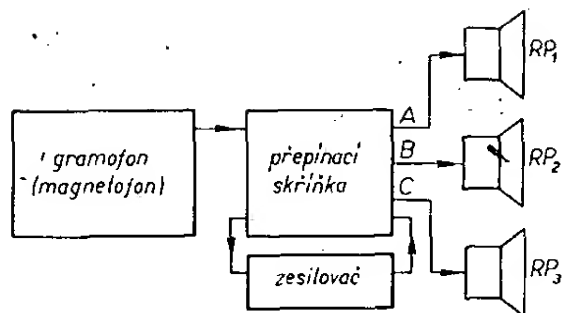
Obr. 130. Schéma zapojení přepínací skříňky

Blokové schéma celého testovacího zařízení je na obr. 131.

Pomocí této přepínací skříňky a zapojení podle obr. 131 můžeme velmi rychle přepínat monofonní signál z jedné na



Obr. 127. Kmitočtová charakteristika (útlum) filtru pro měření nelineárního zkreslení



Obr. 131. Blokové schéma zapojení přístrojů pro subjektivní hodnocení jakosti reprodukce

ostatní z uvedených soustav a přitom pozorovat akustické rozdílnosti soustav. Předem je třeba umístit reproduktorové soustavy těsně vedle sebe, abychom měli dojem, že signál vychází z jednoho bodu.

Při měření musíme odporovými trimry nastavit úroveň signálu pro každou zkoušenou soustavu zvlášť. Nemáme-li zvukoměr a šumový generátor, nastavíme úroveň signálu alespoň sluchem.

K hodnocení a porovnávání soustav je vhodné zajistit účast většího počtu lidí (6 až 12 osob). Soustavy označíme písmeny ABC, přičemž posluchači nebudou vědět, ke které soustavě patří to či ono písmeno. Aby byla zachována diskrétnost, umístíme před reproduktorové soustavy např. průzvučnou tkaninu, aby nebylo soustavy vidět. Každý testovatel ohodnotí každou soustavu „stupnicí" od 1 do 3, přičemž 1 znamená velmi dobrá, 2 dobrá a 3 špatná. Po ukončení testovacího hodnocení provedeme statistický součet a rozbor, podle kterého poznáme, jak kvalitní soustavy vlastníme a jaké jsou rozdíly mezi oběma reproduktorovými soustavami, které jsme zhotovili pro stereofonní reprodukci signálu.

Tak lze nejjednodušeji subjektivně hodnotit v domácích podmínkách jakost reprodukce zvuku. Existuje několik dalších složitějších subjektivních hodnocení, ale ty nelze v domácích podmínkách realizovat.

8.3 Umístění reproduktorových soustav

Správné umístění monofonních či stereofonních reproduktorových soustav v obytných místnostech, halách nebo malých salóncích je velmi důležité pro dobrou reprodukci zvuku. Zářiče umístíme vždy tak, aby se jejich vyzařovací podmínky co nejméně lišily. Stereofonní soustavy mají být vzájemně vzdáleny 1,5 až 4 m (podle velikosti místnosti) a s posluchačem mají tvořit rovnostranný, popřípadě rovnoramenný trojúhelník.

Referenční osa má být ve výši posluchačových uší a má být natočena směrem k posluchači.

V mnoha případech stavíme reproduktorové kombinace do nábytkových stěn. Ne všechny stěny však vyhovují co do vzdálenosti a výšky, v nichž mají být reproduktorové soustavy umístěny!

U větších obytných místností (60 až 80 m³) je vhodné umístit zářiče u navzájem na sebe kolmých stěn, aby s posluchačem opět tvořily rovnostranný trojúhelník. Při tomto umístění se na minimum omezí vznik stojatých vln.

Umístit zářiče v rozích místnosti je vhodné u soustav, u nichž jsou omezovány signály hlubokých kmitočtů (u nichž je třeba signály nízkých kmitočtů zdůraznit).

9. Závěr

Informace, podávané v této publikaci, jsou zaměřeny vyloženě prakticky, aby si podle nich mohl každý zájemce s domácími prostředky a s dosažitelnou materiálovou základnou zhotovit vhodnou reproduktorovou soustavu pro své účely. Vybere-li si jeden z podrobně popisovaných typů, odpadne mu práce s vlastním návrhem a výpočtem elektroakustické a elektrické části. O to více se bude moci zaměřit na design podle vlastního vkusu a podle účelu použití.

Vzhledem k tomu, že všechny popisované soustavy byly odborně navrženy, sestaveny a proměřeny objektivními i subjektivními metodami, odpadá navíc riziko případného neúspěchu při vlastním návrhu. Naměřené a uváděné parametry reproduktorových soustav jsou nezávislé na výrobním rozptylu výchozích dílů. Zájemce o odchylné řešení nebo o řešení podle vlastního návrhu odkazujeme na AR řady B č. 2 1984, v němž je podrobně uveden postup výpočtu při návrhu reproduktorových soustav.

Literatura

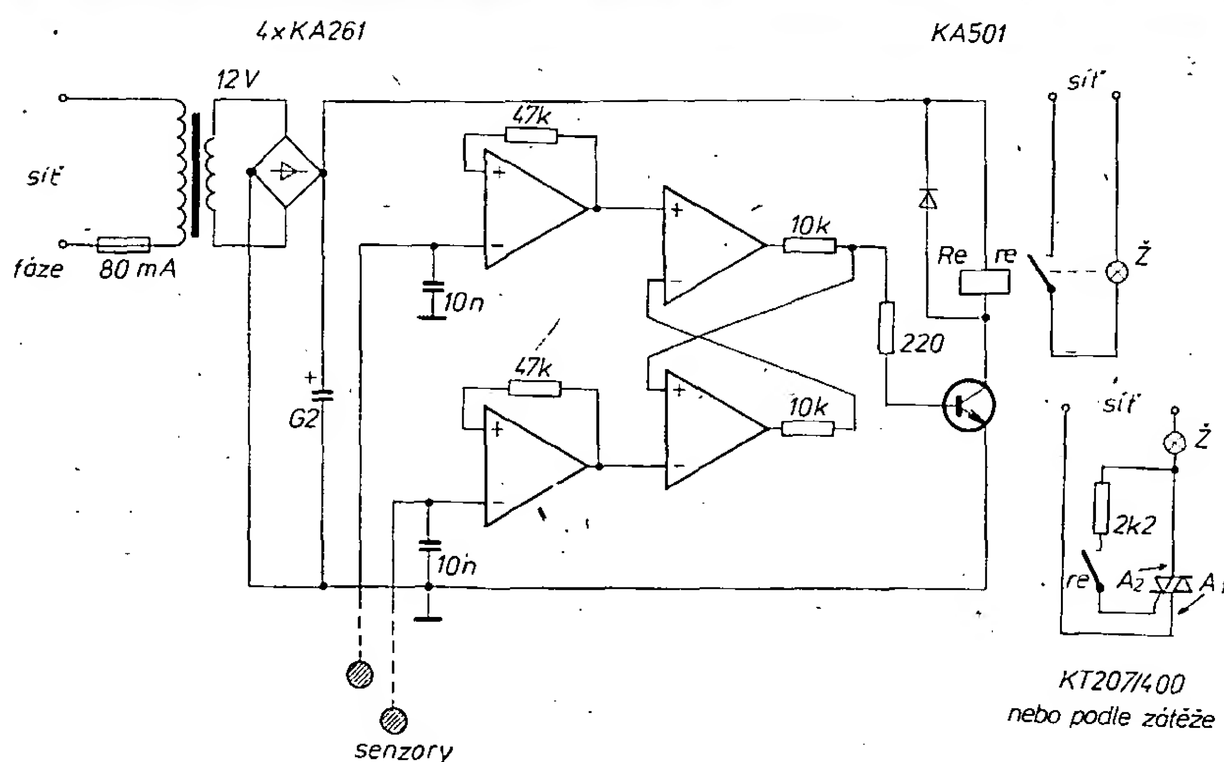
[1] *Merhaut, J. a kol.:* Příručka elektroakustiky. Praha: SNTL 1964.
[2] *Merhaut, J.:* Teoretické základy elektroakustiky. Praha: AKADEMIA 1976.
[3] *Smetana C. a kol.:* Praktická elektroakustika. Praha: SNTL 1981.
[4] *Boleslav, A.:* Nízkofrekvenční a elektroakustická měření. Praha: SNTL 1961.
[5] *Boleslav, A.:* Reproduktory a ozvučnice. Praha: SNTL 1960.
[6] *Salava, T.:* Elektroakustická měření. Praha: SNTL 1979.
[7] *Svoboda, L.; Štefan, M.:* Reproduktory a reproduktorové soustavy. Praha: SNTL 1976.
[8] *Lukeš, J.:* Věrný zvuk. Praha: SNTL 1962.
[9] *Kolektiv autorů:* Dřevařská technická příručka. Praha: SNTL 1970.
[10] ČSN 36 8261: Reproduktory (1967).
[11] ČSN 36 8262: Přímovyzařující elektrodynamické reproduktory (1967).
[12] ČSN 36 8265: Reproduktorové soustavy (1971).
[13] ČSN 36 7006: Měření akustických charakteristik přístrojů a zařízení s akustickým výstupem (1972).
[14] Amatérské radio č. 5 (1981).
[15] Amatérské radio řady B, č. 2 (1984).

ZAJÍMAVÁ ZAPOJENÍ

1. Senzorové spínání spotřebiče

Dvě kovové plošky vedle sebe — dotekem na jednu sepneme, dotekem na druhou vypneme svítidlo, rádio, TV nebo něco jiného, přitom senzory mohou být libovolně vzdáleny od ovládaného spotřebiče. V zapojení se používají dva operační zesilovače dvojité (MA1458), nebo čtyři jednoduché, příp. čtyři OZ v jednom pouzdře (3900, 324 apod.). Dva z nich pracují jako zesilovače brumového napětí, které dotekem přivádíme na plošku senzoru a další dva jako bistabilní klopný obvod. Spotřebič spínáme vhodným relé (a), nebo triakem (b). U varianty b) relé může být i jazýčkové. Transformátor postačuje i velmi malý do 5 VA, je zatěžován v podstatě jen proudem relé. Transformátor musí být zapojen do sítě vždy stejně, protože při záměně přívodů přístroj nepracuje.

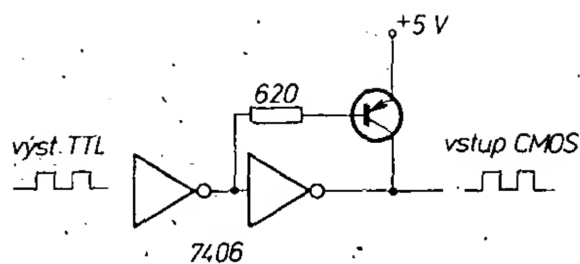
Electr. pratique 1559



Obr. 1.

2. Převod signálu TTL — CMOS

Wireless World 6/1983



Obr. 2.

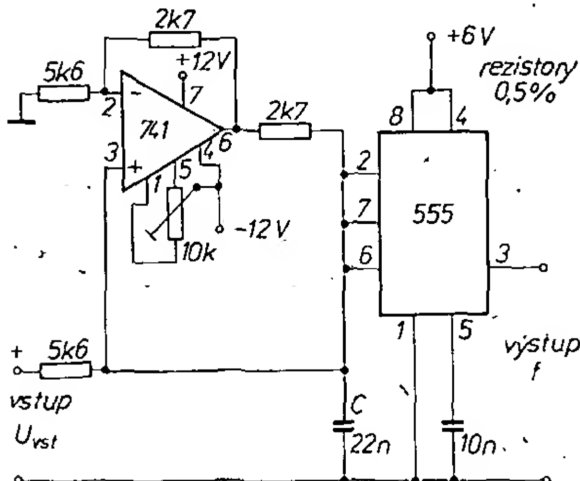
3. Lineární převodník napětí-kmitočet

Operační zesilovač pracuje jako napětím řízený zdroj proudu a nabíjí kondenzátor C, který řídí astabilní multivibrátor s časovačem 555. Závislost napětí na kmitočtu je dána vztahem

$$f \doteq 4{,}2U_{vst}\ [\mathrm{kHz;\ V}].$$

V rozmezí 0 až 5 V je výstupní kmitočet lineárně úměrný napětí (3 %), a je 0 až 21 kHz. Ofset je třeba nastavit tak, aby při nulovém vstupním napětí byl kmitočet výstupního signálu také nulový.

Electr. Industrie 5/1978



Obr. 3.

4. Stroboskop pro disco

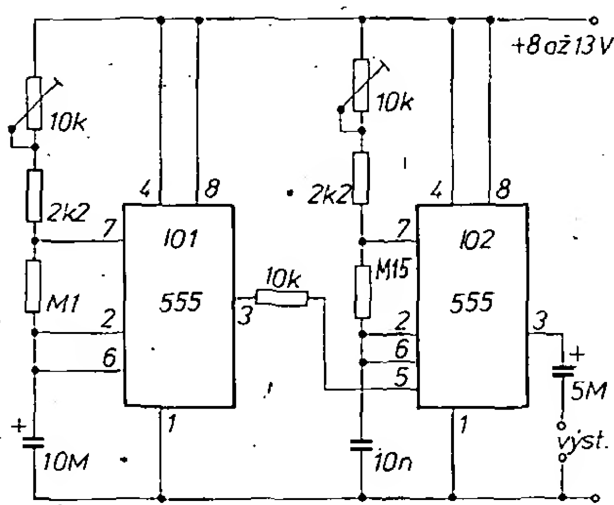
Na různých místech rozmístěné výbojky — nejlépe s barevnými filtry — se zapalují v krátkých intervalech a vyvolávají zajímavý a nezvyklý světelný efekt při hudbě i tanci. Potenciometrem řídíme interval mezi záblesky. Doutnavky určují okamžik zapálení tyristoru, který vybíjí zapalovací kondenzátor přes zapalovací cívku, která má jako primární vinutí 20 závitů drátu o ⌀ 0,2 mm, jako sekundární vinutí 2000 závitů drátu o ⌀ 0,1 mm. Cívka může být na feritové tyčince o ⌀ až 6 mm. Výbojky mohou být libovolné, pracovní napětí 300 až 350 V, které se používají ve fotografických elektronických blescích. Na jednu zapalovací cívku lze připojit 3 až 4 výbojky. Protože zařízení je galvanicky spojeno se sítí, je bezpodmínečně třeba dodržet všechna bezpečnostní opatření.

ETI, 10/1983

5. Dvouhlasá siréna

První IO kmitá asi na kmitočtu 1 Hz, druhý na podstatně vyšším a superpozicí obou signálů vzniká hlas sirény. Na výstup lze připojit reproduktor s impedancí 8 až 25 Ω nebo výkonový zesilovač.

Electr. pratique 67

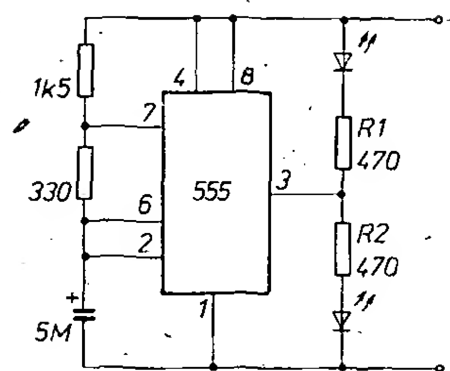


Obr. 5.

6. Elektronický šperk

Různobarevné luminiscenční diody blikají střídavě s kmitočtem asi 1 Hz. Je možné z nich sestavit různobarevné obrazce, nápisy apod. paralelně nebo sériově, podle zvoleného zapojení bude třeba volit i odpory rezistorů R_1 a R_2. Napájecí napětí se může pohybovat od 5 do 13 V.

Electr. pratique č. 67



Obr. 6.

7. Kontrola napětí akumulátoru v autě

Přístroj stále kontroluje a indikuje napětí baterie a výsledek oznamuje svitem některé ze svítivých diod. Při napětí menším než 11 V svítí žlutá, při napětí 11 až 16 V svítí zelená, a při větších napětích tento nebezpečný stav indikuje červená dioda.

Electr. pratique č. 69

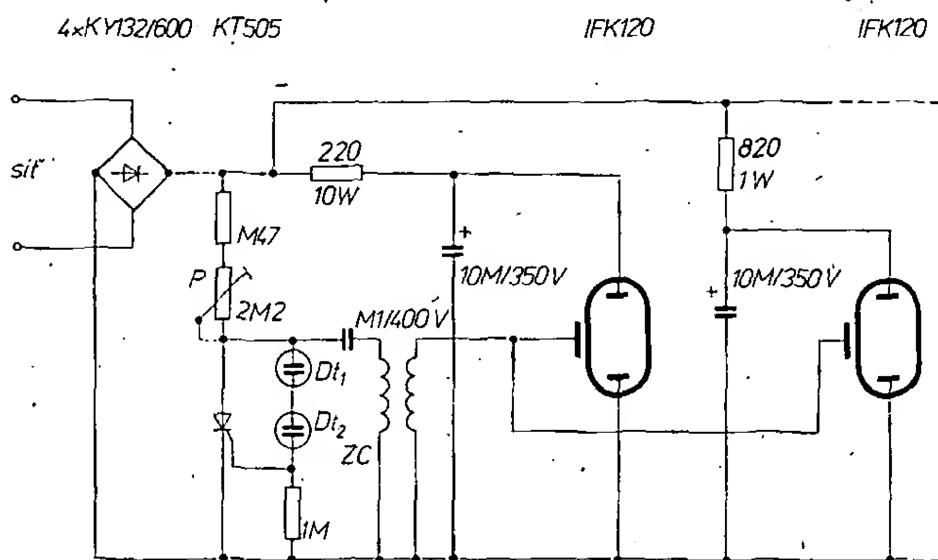
8. Zvukem ovládaný blesk s nastavitelným zpožděním

Dynamický mikrofon snímá zvukový signál (úder, rána apod.). Nastavením přepínače si zvolíme požadované zpoždění odpálení blesku: 0,5, 1, 2, 5 nebo 10 ms od okamžiku zvukového signálu. Spínač S je při nastavování zpoždění sepnut, otevřeme ho jen v pohotovostním stavu. Odběr zařízení je kolem 20 mA.

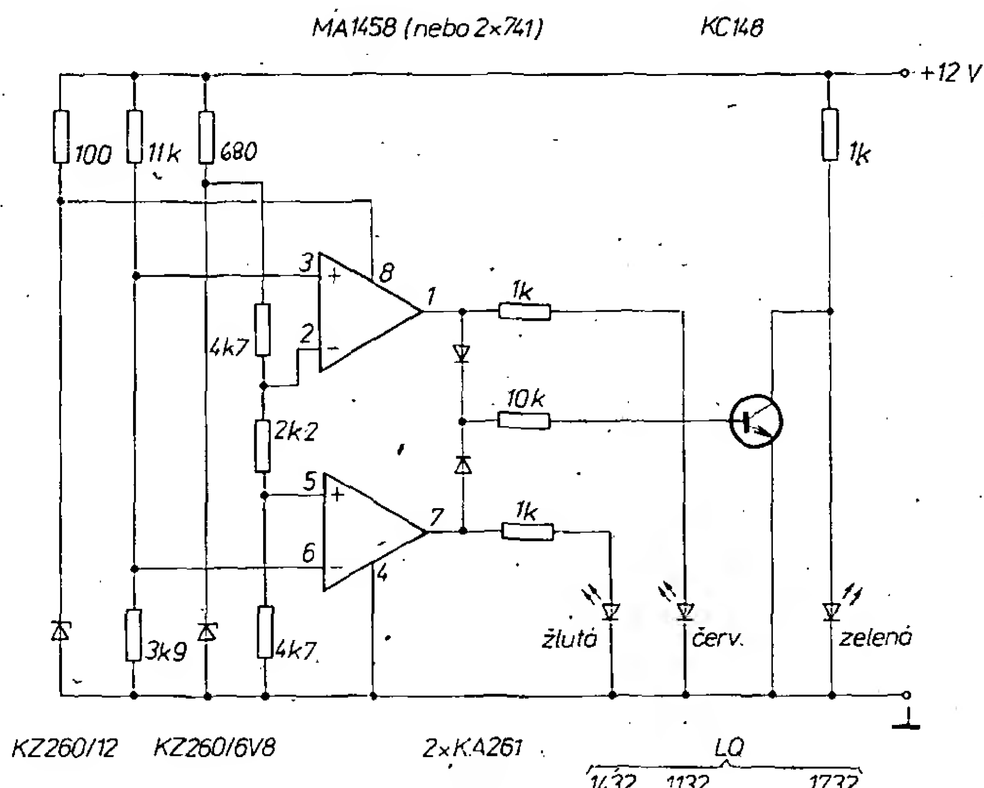
Practical electronics 7/1979

9. Úsporná signalizace

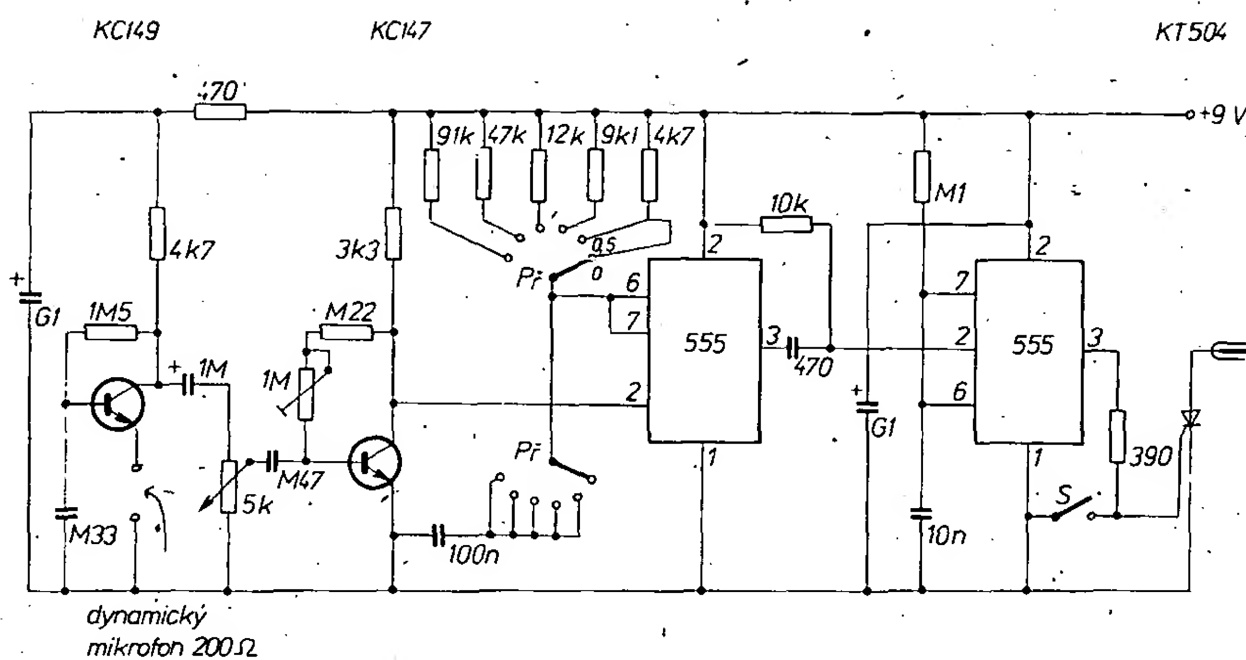
U bateriových přístrojů signalizace zapnutého stavu svítivou diodou potřebuje proud až 20 mA a tím navíc zatěžujeme baterii. Uvedené zapojení má spotřebu řádu jednotek mikroampérů, přitom indikace blikáním je i nápadnější. Kondenzátor je pomalu nabíjen ze zdroje a když napětí dosáhne určité úrovně, otevřou se přes hradla CMOS koncové tranzistory



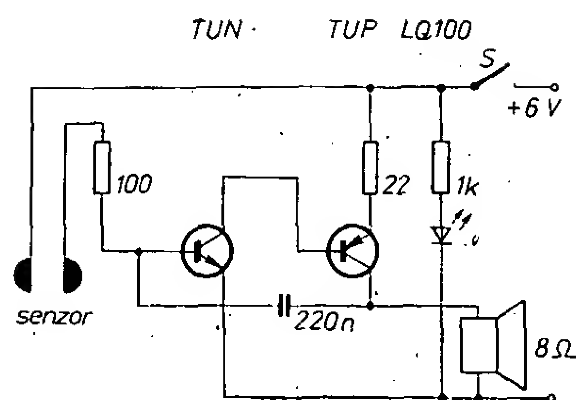
Obr. 4.



Obr. 7.



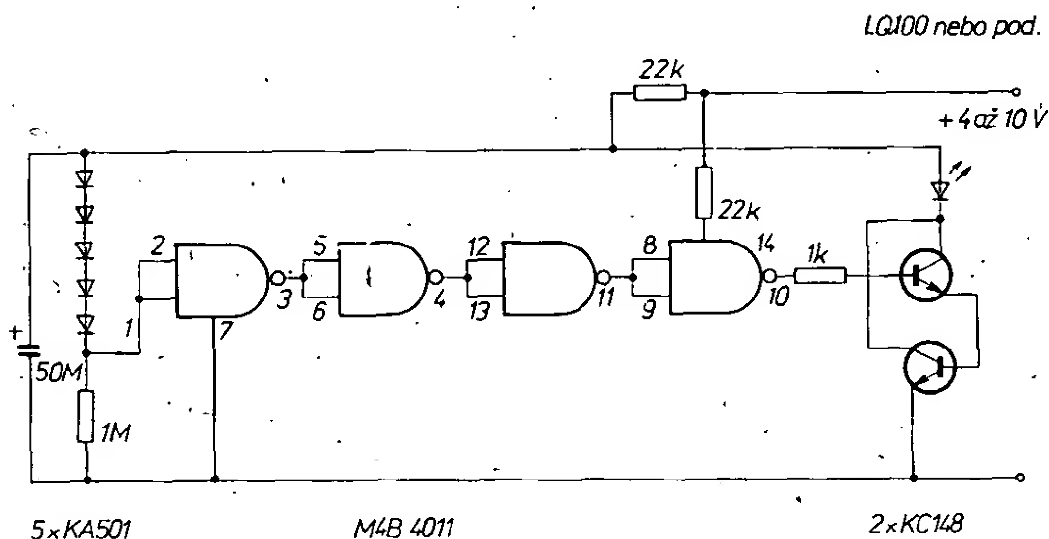
Obr. 8.



Obr. 11.

měkké. Transformátor můžeme použít z tranzistorového přijímače (výstupní transformátor) nebo navineme na feritový hrníček nebo jádro E jako L_1 20 závitů ø 0,2 mm a jako L_2 2×150 závitů drátu ø 0,1 mm.

ETI 5/1983



Obr. 9.

11. Poplašné zařízení pro stoupnutí hladiny vody

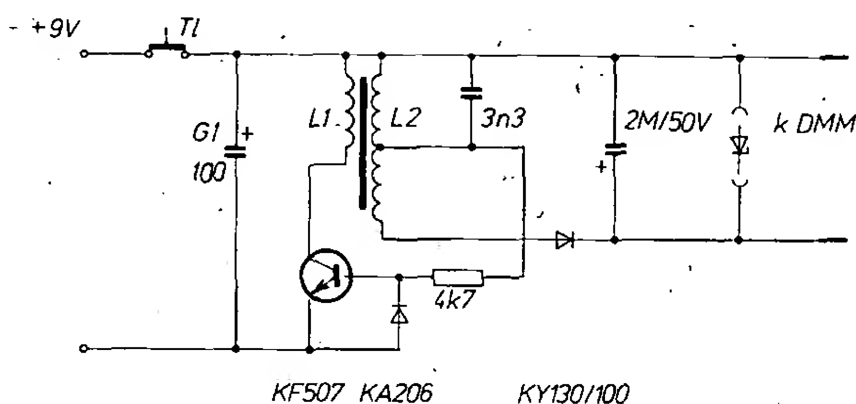
Poplašné zařízení nepatrných rozměrů dává zvukové znamení, když se obě elektrody senzoru (kovové tyčky nebo pod. z nerezavějícího materiálu, uhlíky z tužkových článků) dotýkají vody. Zapnutí indikuje LED se zmenšenou svítivostí. Tranzistory mohou být libovolné.

Electronica popular 1/1982

v Darlingtonově zapojení a náboj kondenzátoru se vybije přes LED.

Napájecí napětí	Interval blikání	Spotřeba
4 V	6 s	25 μA
5 V	1 s	70 μA
6 V	1 s	100 μa
8 V	0,5 s	200 μa
10 V	0,5 s	300 μa

Elektor 7—8/1981



Obr. 10.

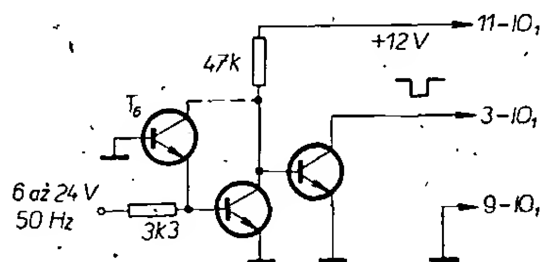
10. Zkoušení Zenerových diod

K určení neznámé Zenerovy diody slouží přípravek, který připojíme k obyčejnému nebo digitálnímu voltmetru, na němž čteme Zenerovo napětí. Jedná se o měnič, který má na výstupu 30 až 40 V, které zkoušená dioda zmenšuje na Zenerovo napětí diody. Předřadný odpor nepotřebujeme, protože měničem získané napětí je

NEZAPOMEŇTE NA UZÁVĚRKU KONKURSU AR (5. září 1984)

APLIKOVANÁ OPTOELEKTRONIKA

Na obr. 91 je zapojení obvodu pro cejchování, odvozené ze síťového kmitočtu. Obvod je připojen paralelně k příslušným přívodům IO_1 a napájen střídavým napětím. Kolektor T_6 nejprve spojíme s T_4, T_5, P_2 vytočíme na maximum a P_1 nastavíme tak, aby LED1 zhasnul (bez spouštění). Nyní z obvodu na obr. 91 přivedeme signál o kmitočtu 100 Hz na vývod 3 IO_1 a P_2 nastavíme tak, aby se rozsvítil LED6 (3000 ot/min). Odpojíme kolektor T_6 — obvod dává spouštěcí kmitočet 50 Hz — a P_1 nastavíme tak, aby se rozsvítil LED3 (1500 ot/min). Tento postup několikrát opakujeme.



Obr. 91. Přípravek pro nastavení otáčkoměru

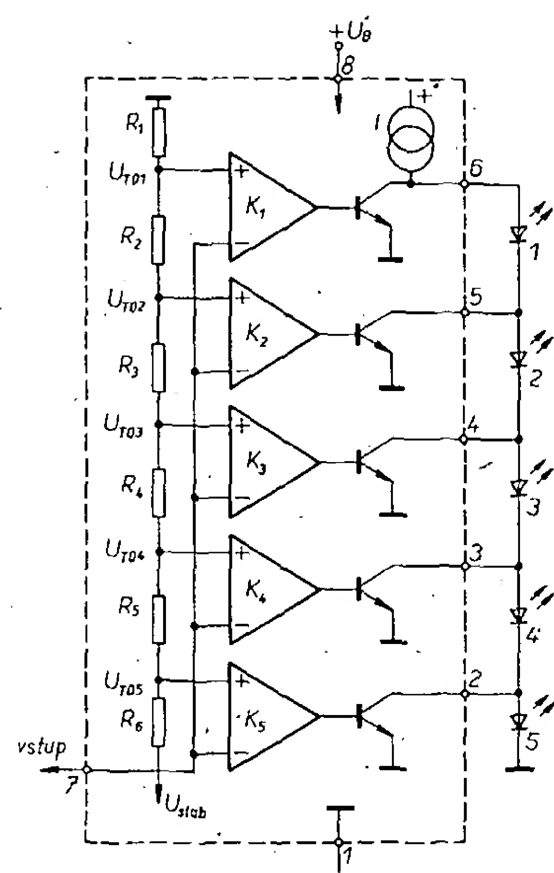
Některé další IO pro buzení LED

Dalším krokem v řešení IO pro buzení LED je U1096B fy Telefunken. Stejně jako A277D, tak i U1096B používá 18vývodové pouzdro DIL, avšak U1096B je schopen vybudit 30 LED.

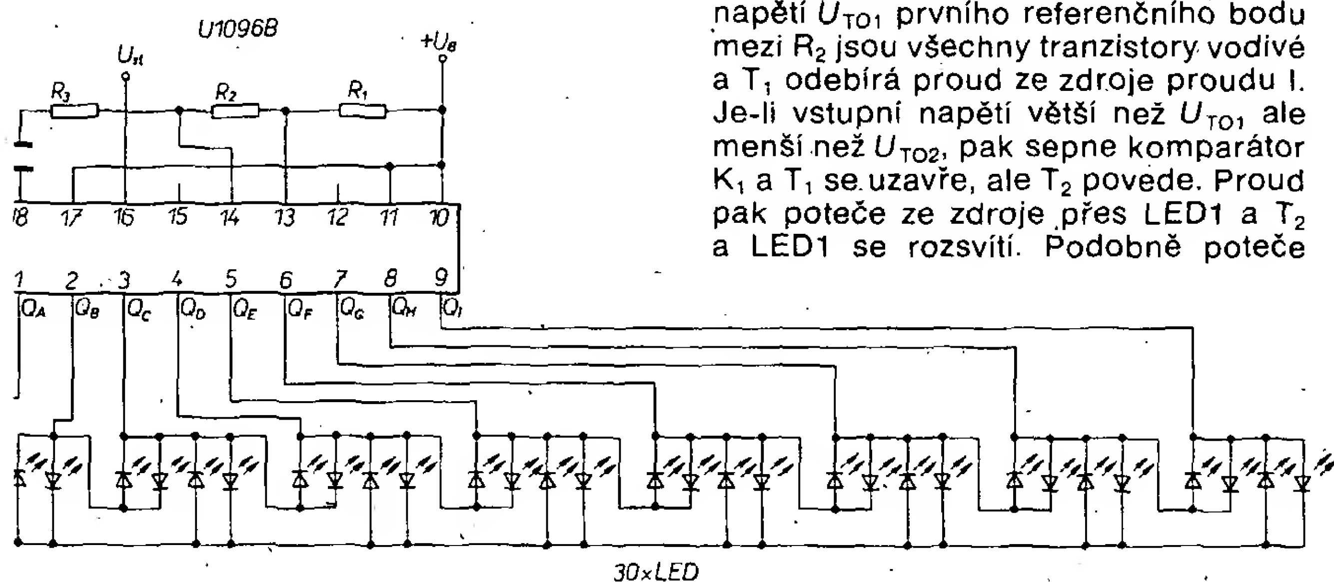
U1096B je sestaven z převodníku A/D, 31 komparátorů, tří rozdílových vstupních zesilovačů, logiky výběru a devíti třístavových výstupních budičů. Analogový signál přivedený na vývod *16* je porovnáván s prahovým napětím komparátorů, které je lineárně rozděleno rezistory. Vnějším obvodem je možné ovlivnit vnitřní dělič napětí, což je nutné při kaskádním řazení IO. Na vývodu *13* nastavujeme horní referenční napětí v rozsahu 3 až 15 V (maximálně U_B -1 V) a na vývodu *14* dolní referenční napětí v rozsahu 0 až U_B-4 V. Minimální rozsah referenčního napětí je 3 V, takže práh pro sepnutí dvou sousedních komparátorů se liší o 100 mV. Při maximálním napájecím napětí je rozsah referenčního napětí 15 V, což odpovídá prahovému napětí 500 mV. Výstup příslušného komparátoru je spojen s negovaným výstupem následujícího komparátoru přes vazbu typu AND; tak se odpojí výstupní signál pro daný práh při zapojení následujícího komparátoru. Komparátory 1 a 31 je možné řídit přes vývody *11* nebo *17*, což je nutné při kaskádním řazení IO. Aby bylo zajištěno, že poslední LED prvního IO zhasne při překročení prahu v druhém IO, budou vývody *11* prvního IO a *17* druhého IO spojeny se zemí. Analogicky je tomu při řazení U1096B do kaskády. Tímto způsobem lze spojit až pět U1096B do kaskády, takže je možné řídit až 150 LED. Na třiceti vnitřních výstupech komparátorů je k dispozici kódovaný signál jedna ze třiceti. Přes logickou část je buzeno devět výstupních budičů, které jsou napájeny ze společného zdroje proudu (15 mA). Při zvláštním zapojení LED postačí devět budičů. U fy Telefunken byla vyvinuta metoda pro zapojení 30 LED, aniž by bylo nutné „překřižovat" vývody; vždy dva sousední výstupy jsou propojeny antiparalelními zapojenými diodovými páry. Výstupy Q_c a Q_i jsou přes antiparalelní pár spojeny s Q_a (obr. 92). Tímto způsobem zapojení je vždy dosaženo skokového přechodu z jednoho LED na druhý.

Praktické zapojení stupnice pro 30 LED je na obr. 92. Zapojení U1096B počítá s dolním referenčním napětím větším než nula. Pokud je dolní referenční napětí rovno nule, bude vývod *15* spojen se zemí a vývody *14*, *10*, *11* a *17* připojeny na napájecí napětí. Na obr. 93 je kaskádní řazení dvou U1096B pro buzení 60 LED. Horní referenční napětí bude nastaveno pouze na vývodu *13* horního IO a dolní referenční napětí jen na dolním IO (vývody *14* nebo *15* pro U_{ref}=0). Integrované děliče napětí jsou vzájemně spojeny. Jednotlivé skupiny LED mohou mít různou barvu.

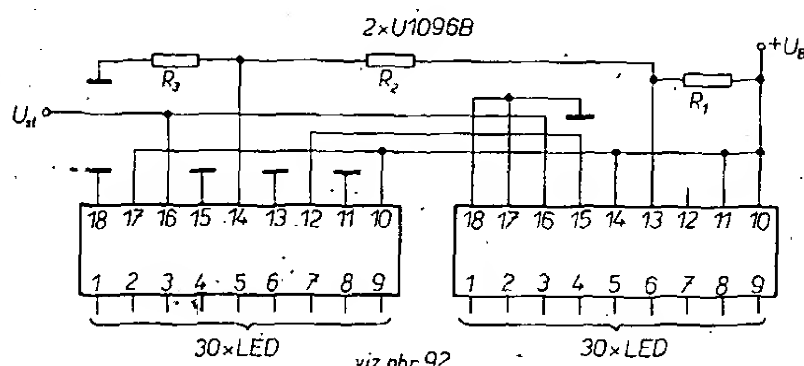
Pevně nastavená prahová napětí určují vybuzení diod páskového indikátoru, tak např. u U237B nesvítí v rozsahu řídicího napětí 0 až 200 mV žádná dioda, v rozsahu 200 až 400 mV se rozsvítí první dioda, v rozsahu 400 až 600 mV první a druhá dioda atd. Celkově lze rozsvítit až 5 LED. Blokové schéma na obr. 94 ukazuje, že LED jsou zapojeny do série. Proud LED 20 mA je nastaven zdrojem konstantního proudu. V IO je pět komparátorů, jejich neinvertující vstupy jsou zapojeny na dělič referenčního napětí R_1 až R_6. U_{stab} je stabilizované vnitřní napětí pro referenční body, které je nezávislé na napájecím napětí. Referenční body udávají okamžik sepnutí jednotlivých diod. Komparátory jsou zapojeny tak, že při vstupním napětí menším než je napětí U_{TO1} prvního referenčního bodu mezi R_2 jsou všechny tranzistory vodivé a T_1 odebírá proud ze zdroje proudu I. Je-li vstupní napětí větší než U_{TO1} ale menší než U_{TO2}, pak sepne komparátor K_1 a T_1 se uzavře, ale T_2 povede. Proud pak poteče ze zdroje přes LED1 a T_2 a LED1 se rozsvítí. Podobně poteče proud při překročení U_{TO2} ze zdroje přes LED1, LED2 a T_3. Při překročení U_{TO5} budou svítit všechny LED. Zvolené zapojení zajišťuje, že při připojování dalšího LED nevznikne proudový skok, který by se mohl projevit rušením v okolních obvodech. Při přechodu od jednoho LED k dalšímu je nastavena hystereze asi 10 mV. U237B a U247B jsou určeny pro lineární budicí napětí a U257B a U267B pro vstupní napětí s logaritmickým průběhem. Prahy sepnutí IO jsou v tab. 9. U237B a U257B jsou základní obvody pro pětidiodový pásek. Spojením U237B a U247B nebo U257B a U267B dostaneme páskový indikátor s deseti LED a to v prvním



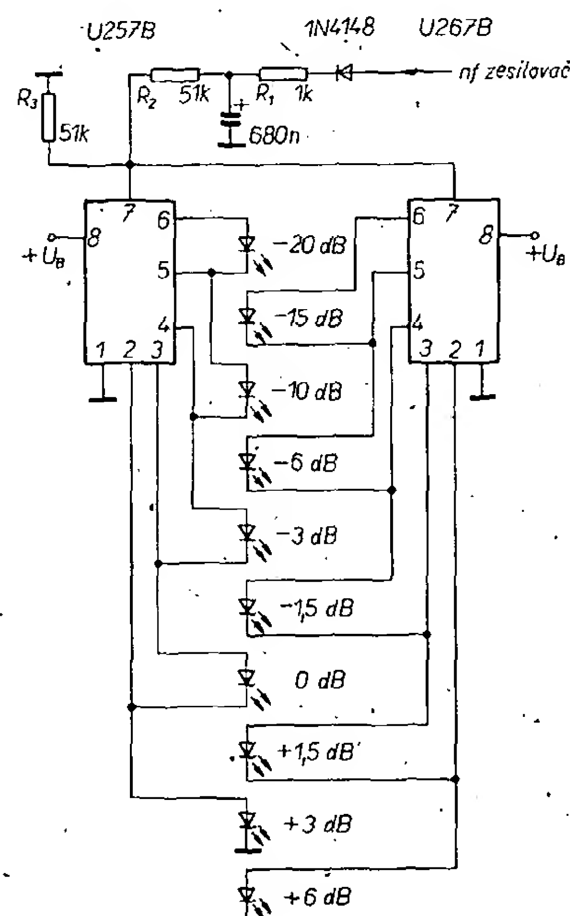
Obr. 94. Blokové zapojení U237B



Obr. 92. Zapojení stupnice s 30 LED



Obr. 93. Kaskádní řazení dvou U1096B

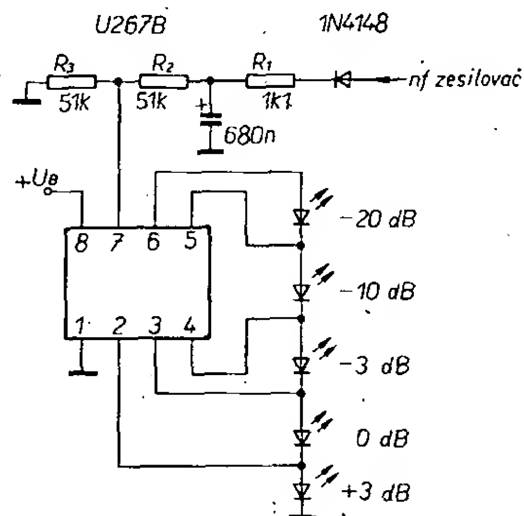


Obr. 95. Zapojení indikátoru s deseti LED

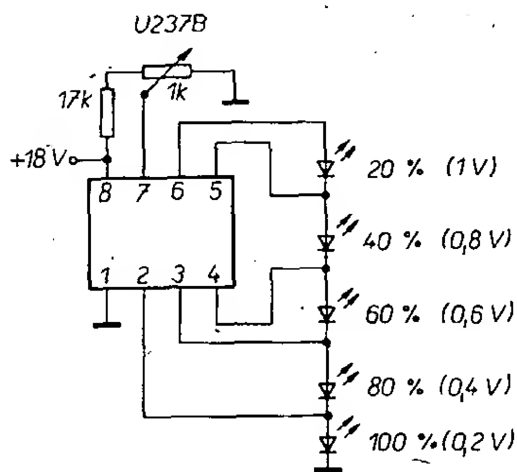
Tab. 9. Prahová napětí pro U237B, U247B, U257B a U267B

Typ	1. práh	2. práh	3. práh	4. práh	5. práh
U237B	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0 V
U247B	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9 V
U257B	0,18/−15	0,5/−6	0,84/−1,5	1,19/+1,5	2/+6 V/dB
U267B	0,1/−20	0,32/−10	0,71/−3	1,0/0	1,41/+3 V/dB

případě pro lineární indikaci vstupních napětí 100, 200, 300 až 1000 mV. a v druhém případě pásek pro indikaci —20, —15, —10, —6, —3, —1,5, 0 dB, +1,5, +3, +6 dB. Zapojení těchto indikátorů je na obr. 95. IO dovolují použít LED různých barev i v jednom pásku. Vzhledem k sériovému zapojení LED je určeno i minimální napájecí napětí. Tak např. pro červené diody s napětím v propustném směru 2 V při 20 mA bude minimální napájecí napětí 10 V. K tomuto napětí je nutno připočítat ještě úbytek na vnitřním zdroji proudu, který je 2 V, takže minimální napájecí napětí pro celý obvod indikátoru bude 12 V. Pro zelené a žluté diody s U_F =3,2 V při 20 mA bude napájecí napětí minimálně 18 V, při směsi červené, zelené a žluté LED bude minimální napájecí napětí dáno součtem napětí jednotlivých LED v propustném směru plus 2 V.



Obr. 96. Zapojení indikátoru s rychlou odezvou na vstupní signál

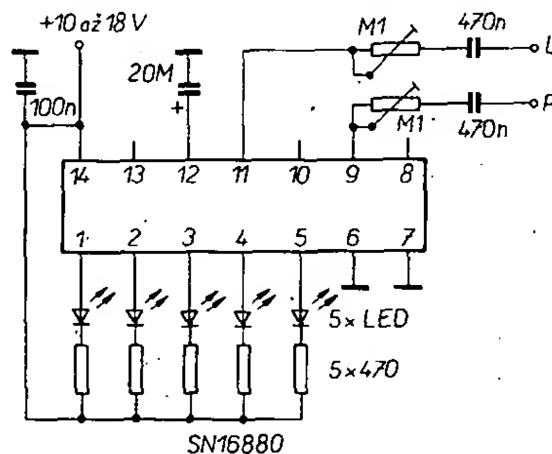


Obr. 97. Indikátor stavu naplnění

Na obr. 96 je zapojení indikátoru vybuzení s velmi rychlou odezvou na špičky v hlasitosti s pomalou dobou doznívání. S tímto indikátorem je možné rozlišit špičkovou amplitudu signálu s dobou trvání 1 ms (nabíjecí konstanta je 0,7 ms). Doba vybití je asi 70 ms. Obvod je možné připojit ke zdroji signálu s malým vnitřním odporem. Citlivost obvodu je možné nastavit poměrem R_2 a R_3. Údaje 0 dB je v obr. 96 dosaženo při mezivrcholovém napětí 3 V. U237B a U247B je možné použít jako indikátory stavu naplnění nebo polohy, máme-li k dispozici odporový snímač, z něhož lze snímat potřebné řídicí napětí. Zapojení pro tento účel je na obr. 97; na běžci potenciometru smí být maximálně 1 V. Obvody se mají vyrábět v PLR.

Nf indikátor vybuzení

Pro indikaci vybuzení se používá řada LED, které se postupně rozsvěcují při stoupající úrovni signálu, a které vytváří pásek. Spínač LED lze realizovat indikátorem úrovně SN16880N (Texas Instrument), ten má dva analogové vstupy, z nichž se signál přes usměrňovač přivádí na invertující vstupy komparátoru, jejich neinvertující vstupy jsou připojeny na odbočky logaritmického děliče napětí (po 5 dB). Je-li efektivní vstupní napětí menší než 36 mV, je na pěti výstupech SN16880N úroveň H. Při zvětšujícím se vstupním napětí se výstupy postupně přepínají na úroveň L. Prahové úrovně jsou —20, —15, —10, —5 a 0 dB, které odpovídají napětím 36, 64, 113, 200 a 357 mV. Když mezi výstupy s otevřeným kolektorem a napájecí napětí zapojíme diody LED, dostaneme světelný pásek. Napájecí napětí je v rozsahu 10 až 18 V. Zapojení indikátoru je na obr. 98.



Obr. 98. Stereofonní indikátor vybuzení

Miniaturní osciloskop

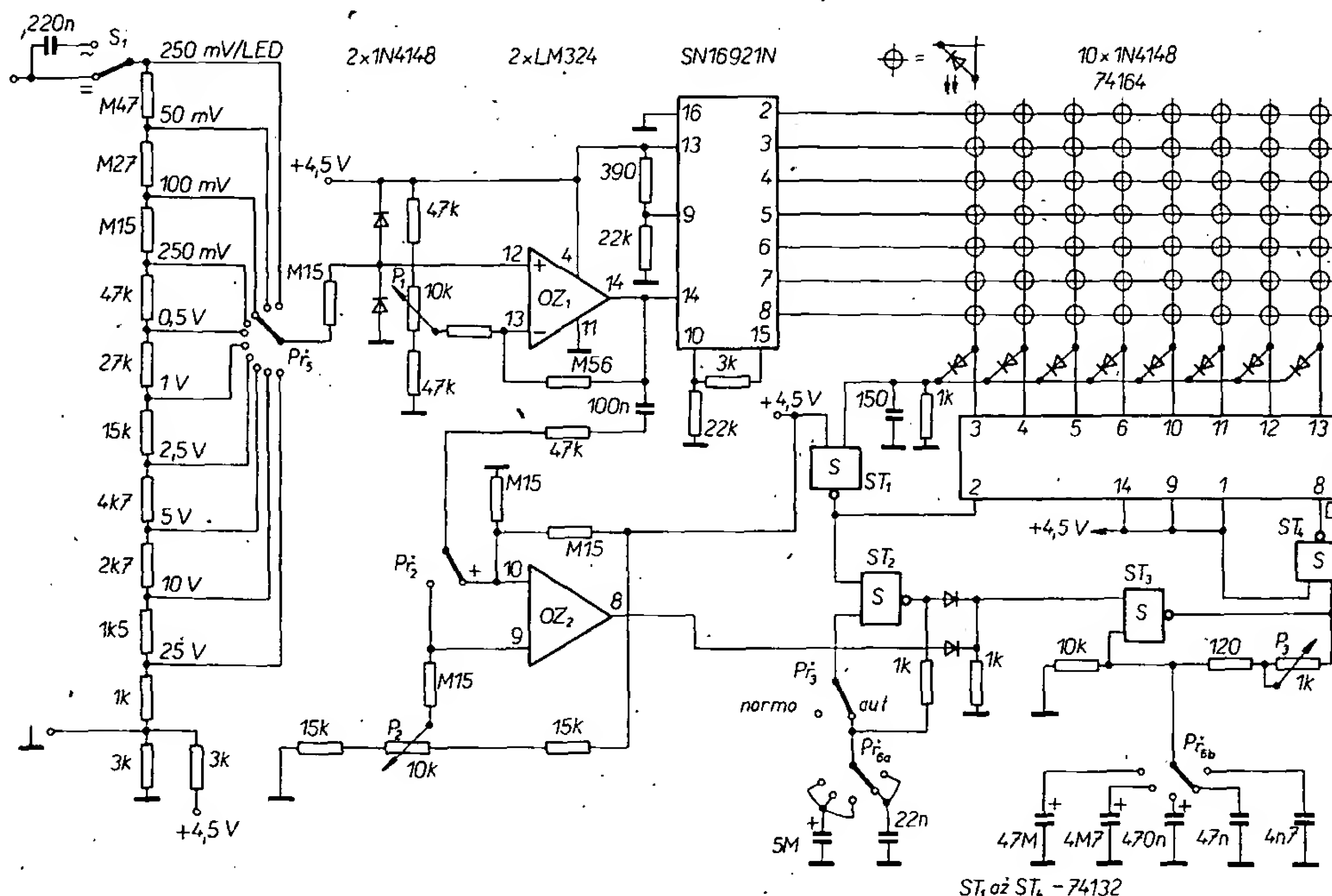
Popisovaný miniaturní osciloskop je zajímavou aplikací LED. Obvyklá obrazovka je nahražena maticí LED.

Vzhledem k velmi hrubému rastru není možné dosáhnout velké přesnosti. Přístroj je vestavěn do trubky z plastické hmoty (ø 40 mm, délka 150 mm), na níž je upevněn měřicí hrot, je napájen třemi monočlánky. Celé zapojení je na desce s plošnými spoji o rozměrech 35×75 mm. Diodová matice je tvořena ze sedmi řad po osmi diodách. Použijeme-li diody s rastrem 2,5 mm, bude plocha indikátoru 17,5×20 mm². Ze čtyř operačních zesilovačů v LM324 jsou využity pouze dva.

Miniaturní osciloskop má tyto parametry:

vstupní odpor 1 MΩ (ss i st),
zesilovač Y — kmitočet —0 až 0,5 MHz, vstupní dělič —0,025 V/LED až 2,5 V/LED;
zesilovač X — kmitočet 1 µs/LED až 100 ms/LED (lze nastavit jemně a hrubě), spouštění kladnou i zápornou úrovní, automatické spouštění,
odběr asi 70 mA,
chyba rozlišení ± 10 %.

Na obr. 99 je zapojení osciloskopu. Vstupní signál je přes dělič napětí přiveden na OZ_1. Potenciometrem P_1 nastavujeme polohu ve směru X. Třikrát zesílený signál řídí přes vývod 14 SN16921N. SN16921N je oproti UAA170 v tom lepší, že není třeba



Obr. 99. Polovodičový osciloskop

přepínat anody LED. Pokud není dosaženo daného vstupního napětí, bude druhá anoda aktivní, takže je displej přes obvod řízení jasu zatemněn. Sloupec se volí 8bitovým posuvným registrem SN74164N. Hradlo NOR sestavené z diod a invertoru nastavuje nejvyšší výstup na úroveň H a tím ho aktivuje. Současně je dosaženo toho, že oscilátor s T_3 kmitá minimálně do skončení řádku. K novému proběhnutí řádku dojde teprve tehdy, když buď ze spouštěcího zesilovače OZ_2 nebo (v poloze „auto" $Př_3$) ze zpožďovacího obvodu ST_2 je vyslán kladný impuls. Potenciometrem P_2 můžeme volit práh spouštění a $Př_2$ kladnou nebo zápornou hranu. Přepínačem $Př_6$ volíme hrubě kmitočet vychylování ve směru X a potenciometrem P_3 tento kmitočet nastavujeme jemně. Pokud bychom chtěli sledovat signály vyšších kmitočtů, je třeba jako OZ_1 a OZ_2 použít jiné typy operačních zesilovačů (a kmitočtově kompenzovaný dělič napětí).

Měřič síly pole s diodami LED

Magické oko, které bylo používáno v elektronkových přijímačích, bylo nahrazeno v tranzistorových přijímačích nejprve ručkovým měřidlem a po zavedení LED do výroby svítivými diodami. Předpokladem pro použití indikátoru síly pole z obr. 100 je IO v mf zesilovači, který má výstup pro S-metr. S-metr je pak sestaven z UAA180 a dvanácti LED. Vstupní citlivost S-metru nastavujeme potenciometrem P_1, na kterém je napětí 5,6 V stabilizované Zenerovou diodou D_{13} přes R_1. Napětí na vstup je přivedeno z výstupu S-metru IO mf zesilovače. Potenciometr P_1 nastavíme tak, aby při silném signálu svítilo všech 12 LED. Odběr ze zdroje je asi 40 mA.

Teploměr

Teploměr na obr. 101 je sestaven z teplotního čidla IO_1, zesilovače a zdroje referenčního napětí IO_2 a pětistupňového analogového indikátoru úrovně IO_3. Teplotní čidlo LM335 je napájeno konstantním proudem ze zdroje referenčního napětí (723). Tak je možné dosáhnout stabilního nastavení nuly a i přesného měření. IO pracuje jako zesilovač se zesílením 20. Protože na výstupu 723 musí být napětí větší než 0 V, je využit výstup Zenerovy diody (vývod *9*) a invertující a neinvertující vstup jsou touto nastavenou úrovní stejnosměrného napětí „předepnuty". Výstup IO_2 je veden do TL489. V závislosti na vstupním napětí rozsvěcí TL489 jednu nebo několik diod LED. Citlivost čidla je 10 mV/°C, 723 zesiluje 20× a TL489 potřebuje 200 mV na rozsvícení jednoho LED, takže v našem případě odpovídá jeden LED jednomu °C. Zapojení teploměru podle obr. 101 odpovídá teplotnímu rozsahu 18 až 23 °C. Pro jiný teplotní rozsah musíme změnit R_6, R_7. Pro indikaci 2 °C/LED bude $R_6=R_7=0,1$ MΩ.

Otáčkoměr s LED

Ze tří IO a několika pasívních součástek je možné zkonstruovat spolehlivý otáčkoměr, který indikuje rychlost otáčení páskem z LED (na obr. 102). Pásek je sestaven z 20 LED, řazených vedle sebe nebo i jinak; počet rozsvícených LED odpovídá počtu otáček za minutu. IO_1 je převodník kmitočet — napětí, který je řízen impulsy z kontaktu přerušovače. Tyto impulsy lze snímat i ze zapalovací cívky, pokud je propojena s přerušovačem. Výstupní signál z IO_1 je veden na vstup IO_2, IO_3 (vývod *5*). Vývod *4* IO_2 je spojen s vývodem *6* IO_3. Až do vstupního napětí asi 1,2 V svítí jen LED, připojené k IO_3, nad tímto napětím budou svítit i diody LED na výstupu IO_2. Potenciometrem P_1 můžeme nastavit počet rozsvícených LED podle počtu otáček. Při maximální rychlosti otáčení mají svítit všechny LED. U čtyřtaktního čtyřválcového motoru to bývá maximálně 6000 ot/min. Otáčkoměr lze nastavit provizorně tak, že na vstup připojíme 3 až 5 V ze zvonkového transformátoru a P_1 otáčíme, až se rozsvítí 5 LED — to odpovídá na otáčkoměru 1500 ot/min. Rychlost otáčení můžeme indikovat nejen páskem nýbrž i bodově. V tomto případě odpojíme vývod *9* IO_3 od napájecího napětí a spojíme ho s vývodem *1* IO_2. Rovněž tak i vývod *9* IO_2 odpojíme od napájecího napětí a spojíme ho s vývodem *11* IO_2 a nakonec spojíme vývod *11* IO_3 přes rezistor 22 kΩ na napájecí napětí. Tento rezistor je pak paralelně k D_9. Jas diod je závislý na odporech rezistorů R_6 a R_7.

Závěrem této části je uveden přehled svítivých diod, LED, předních světových výrobců (tab. 10).

Obr. 102. Otáčkoměr

Obr. 100. S-metr (měřič síly pole)

Obr. 101. Teploměr

Tab. 10. Přehled svítivých diod (LED) (č-červená, z-zelená, o-oranžová, ž-žlutá, b-bezbarvá)

Typ	Pouzdro	Průřez [mm]	U_R [V]	I_F [mA]	Barva	λ [nm]	$I_V(L)$ při U_F a I_F [mcd (cd/m²)]	[V]	[mA]	Výrobce
AL102A	č, čiré	ø 5	2	10	č	690	0,94	2,8	5	SSSR
AL102B	č, čiré	ø 5	2	20	č	690	0,1	2,8	10	SSSR
AL102V	z, čiré	ø 5	2	22	z	530	0,2	2,8	20	SSSR
AL102G	č, čiré	ø 5	2	20	č	690	0,25	2,8	10	SSSR
AL102D	z, čiré	ø 5	2	22	z	530	0,4	2,8	20	SSSR
AL112A, E, K	č, dif.	ø 4,8; 4,2	2	12	č	680	(1000)	2	10	SSSR
AL112B, Ž, L	č, dif.	ø 4,8		12	č	680	(600)	2	10	SSSR
AL112V, I, M	č, dif.	ø 4,8		12	č	680	(250)	2	10	SSSR
AL112G	č, dif.	ø 4,8		12	č	680	(360)	2	10	SSSR
AL112D	č, dif.	ø 4,8		12	č	680	(150)	2	10	SSSR
AL301A	č, dif.	ø 2		11	č	700	0,025	2,8	5	SSSR
AL301B	č, dif.	ø 2		11	č	700	0,1	2,8	10	SSSR
AL307A, AM	č, dif.	ø 5	2	20	č	666	0,15	2	10	SSSR
AL307B, BM	č, dif.	ø 5	2	20	č	666	0,9	2	10	SSSR
AL307V	z, dif.	ø 5	2	22	z	566	0,4	2,8	20	SSSR
AL307G	z, dif.	ø 5	2	20	z	566	1,5	2,8	20	SSSR
AL307D	ž, dif.	ø 5	2	20	ž	560-700	0,4	2,5	10	SSSR
AL307E	ž, dif.	ø 5	2	20	ž	560-700	1,5	2,5	10	SSSR
AL307I	o, dif.	ø 5	2	20	o	560-700	0,4	2,5	10	SSSR
AL307L	o, dif.	ø 5	2	20	o	560-700	1,5	2,5	10	SSSR
AL310A	č, dif.	ø 4,5		12	č	670	0,6—1,2	2	10	SSSR

Typ	Pouzdro	Průřez [mm]	U_R [V]	I_F [mA]	Barva	λ [nm]	$I_V(L)$ při U_F a I_F [mcd (cd/m²)]	[V]	[mA]	Výrobce
AL310B	č, dif.	ø 4,5		12	č	670	0,25—0,6	2	10	SSSR
AL316A	č, dif.	ø 5		12	č	670	0,8	2	10	SSSR
AL316B	č, dif.	ø 5		12	č	670	0,25	2	10	SSSR
ALS317A	č, dif.	5(1,6×0,5)		12	č	665	0,16	2	10	SSSR
ALS317B	č, dif.	5(1,6×0,5)		12	č	665	0,35	2	10	SSSR
ALS317V	z, dif.	5(1,6×0,5)		12	z	568	0,08	3	10	SSSR
ALS317G	z, dif.	5(1,6×0,5)		12	z	568	0,16	3	10	SSSR
ALS331A	č, z, dif.	ø 4,9		20	č, z	700, 560	0,6	4	20	SSSR
ALS343A5	č, dif.	100 (0,2×0,07)	3	2	č	670	5	2,5	1	SSSR
ALS345A	č, dif.	8(1,5×0,4)	4	20	č	670	0,3	2,2	10	SSSR
ALS345B	č, dif.	8(1,5×0,4)	4	20	č	670	0,2	2,2	10	SSSR
CQDP32	čiré	ø 4,2	3	20	z	560	0,8	3,2	20	PLR
CQDP33	ž, čiré	ø 4,2	3	20	ž	560	0,8	3,2	20	PLR
CQDP40	č, čiré	ø 4,2	3	20	č	665	0,4	2	20	PLR
CQDP46	č, čiré	ø 4,2	5	20	č	670	2	2,5	10	PLR
CQP441	č, dif.	ø 5	3	20	č	660	0,4	2	20	PLR
CQP461	č, čiré	ø 5	3	35	č	660	0,4	2	20	PLR
CQP462	z, čiré	ø 5	3	25	z	560	0,4	3	20	PLR
CQT10		5×3	—	30	č, z	630, 560	1	2,1	10	V
CQV10	č, dif.	ø 3	5	100	č	665	1—3,2	1,6	20	S
CQV11	č, dif.	ø 3	5	60	č	645	1,6—4	2,4	20	S
CQV13	ž, dif.	ø 3	5	60	ž	590	1,6—4	2,4	20	S
CQV14	ž, dif.	ø 3	5	60	ž	575	1,6—4	2,4	20	S
CQV15	z, dif.	ø 3	5	60	z	560	1,6—4	2,4	20	S
CQV16	č, dif.	3,4×3,2	5	60	č	645	0,63—1,6	2,4	20	S
CQV18	ž, dif.	3,4×3,2	5	60	ž	590	0,63—1,6	2,4	20	S
CQV19	z, dif.	3,4×3,2	5	60	z	560	0,63—1,6	2,4	20	S
CQV20	č, dif.	ø 5	5	100	č	665	1—3,2	1,6	20	S
CQV21	č, dif.	ø 5	5	60	č	645	1,6—4	2,4	20	S
CQV23	ž, dif.	ø 5	5	60	ž	590	1,6—4	2,4	20	S
CQV24	ž, dif.	ø 5	5	60	ž	575	1—4	2,4	20	S
CQV25	z, dif.	ø 5	5	60	z	560	1—4	2,4	20	S
CQV26	č, dif.	ø 5,9	5	60	č	645	0,63—1,6	2,4	20	S
CQV28	ž, dif.	ø 5,9	5	60	ž	590	0,63—1,6	2,4	20	S
CQV29	z, dif.	ø 5,9	5	60	z	560	0,63—1,6	2,4	20	S
CQV30	skleněné, čiré	ø 3	5	100	č	665	1—2,5	1,6	20	S
CQV31	č, čiré	ø 3	5	60	č	645	4—8	2,4	20	S
CQV33	ž, čiré	ø 3	5	60	ž	590	4—8	2,4	20	S
CQV35	z, čiré	ø 3	5	60	z	560	4—8	2,4	20	S
CQV36	č, dif.	2,5×5	5	60	č	645	1—2,5	2,4	20	S
CQV38	ž, dif.	2,5×5	5	60	ž	590	1—2,5	2,4	20	S
CQV39	z, dif.	2,5×5	5	60	z	560	1—2,5	2,4	20	S
CQV41	č, dif.	ø 3	5	60	č	645	1—2,5	2,4	20	S
CQV43	ž, dif.	ø 3	5	60	ž	590	1—2,5	2,4	20	S
CQV45	z, dif.	ø 3	5	60	z	560	1—2,5	2,4	20	S
CQV51	č, čiré	ø 5	5	60	č	645	10—80	2,4	20	S
CQV53	ž, čiré	ø 5	5	60	ž	590	10—80	2,4	20	S
CQV55	z, čiré	ø 5	5	60	z	560	16—80	2,4	20	S
CQV60	č, difuz.	5×1		30	č	630	1	2,1	10	V
CQV61	z, dif.	5×1		30	z	560	1	2,1	10	V
CQ162	ž, dif.	5×1		30	ž	590	1	2,1	10	V
CQW10	č, dif.	5×2,5	5	20	č	630	0,5	2,1	10	V
CQW11	z, dif.	5×2,5	5	20	z	560	0,5	2,1	10	V
CQW12	ž, dif.	5×2,5	5	20	ž	590	0,5	2,1	10	V
CQW24	č, dif.	ø 5	5	60	č	650	7,5—15	1,75	10	V
CQW51	č, dif.	ø 3	5	20	č	630	1,6	2,1	10	V
CQW54	č, dif.	ø 3	5	60	č	650	7,5	1,75	10	V
CQX10	č, dif.	5×2,5	5	30	č	630	0,7—3	2,1	10	V
CQX11	z, dif.	5×2,5	5	30	z	560	0,7—3	2,1	10	V, Tfk
CQX12	ž, dif.	5×2,5	5	30	ž	590	0,7—3	2,1	10	V, Tfk
CQX13	z, dif.	ø 5	5	60	z	560	1,8—2,8	2,4	20	S
CQX23	č, dif.	ø 5	5	60	č	645	1,8—2,8	2,4	20	S
CQX24	č, čiré	ø 5		60	č	650	40—60	1,75	20	V
CQX25	č, čiré	ø 5			č	660	2,6	1,6	20	Tfk
CQX26N	z, čiré	ø 3			z	560	4	2,7	20	Tfk
CQX27N	ž, čiré	ø 3			ž	590	5	2,4	20	Tfk
CQX28	č, dif.	ø 4,8			č	650	2	1,6	20	Tfk
CQX29	z, dif.	ø 4,8			z	560	2,6	2,7	20	Tfk
CQX30	ž, dif.	ø 4,8			ž	590	4,2	2,4	20	Tfk
CQX31	č, z, dif.	ø 4,8			č, z	650, 560	2/2,6	1,6/ /2,7	20	Tfk
CQX32	č, ž, dif.	ø 4,8			č, ž	650, 990	2/4,2	1,6/ /2,4	20	Tfk
CQX33	ž, dif.	ø 5	6	60	ž	590	1,8—2,8	2,4	20	Tfk
CQX35	č, čiré	ø 5			č	650	5—8	1,6	20	Tfk
CQX36	z, čiré	ø 5			z	560	5—15	2,7	20	Tfk
CQX37	ž, čiré	ø 5			ž	590	5—30	2,4	20	Tfk
CQX38	o, dif.	ø 5			o	620	6—12	2,2	20	Tfk
CQX39	o, čiré	ø 5			o	620	15—40	2,2	20	Tfk
CQX40	o, dif.	5×2,5			o	620	5	2,2	20	Tfk
CQX41N	o, dif.	ø 3			o	620	6—12	2,2	20	Tfk
CQX42	o, čiré	ø 3			o	620	7—15	2,2	20	Tfk
CQX43	o, dif.	ø 1,8			o	620	5	2,2	20	Tfk
CQX54	b, čiré	ø 5	5	20	č	630	15	2,1	10	V
CQX51	č, dif.	ø 5	3	20	č	630	1,6—5	2,1	10	V
CQX55	č, dif.	ø 5	5	30	č	630	0,7	2,1	10	V
CQX56	č, dif.	ø 5	5	30	č	630	0,7	2,1	10	V
CQX57	č, dif.	ø 5	5	30	č	630	0,7	2,1	10	V
CQX58	č, dif.	ø 5	5	30	č	630	0,7	2,1	10	V
CQX64	b, čiré	ø 5	5	20	z	560	15	2,1	10	V
CQX65	z, dif.	ø 5	5	30	z	560	0,7	2,1	10	V
CQX66	z, dif.	ø 5	5	30	z	560	0,7	2,1	10	V
CQX67	z, dif.	ø 5	5	30	z	560	0,7	2,1	10	V
CQX68	z, dif.	ø 5	5	30	z	560	0,7	2,1	10	V
CQX74	b, čiré	ø 5	5	20	ž	590	15	2,1	10	V
CQX75	ž, dif.	ø 5	5	30	ž	590	0,7	2,1	10	V
CQX76	ž, dif.	ø 5	5	30	ž	590	0,7	2,1	10	V
CQX77	ž, dif.	ø 5	5	30	ž	590	0,7	2,1	10	V
CQX78	ž, dif.	ø 5	5	30	ž	590	0,7	2,1	10	V
CQX95	dif.	ø 5			č, z	620, 560	6	2,2/ /2,7	20	Tfk
CQX96	z, čirá	ø 5			z	560	40—70	2,7	20	Tfk
CQX97	z, čirá	ø 5			z	560	4—7	2,7	20	Tfk
CQY24B	č, dif.	ø 5	3	50	č	650	0,7—3	1,7	20	V, M
CQY40	č, dif.	ø 5			č	670	1,6	1,6	20	Tfk
CQY41N	č, dif.	ø 1,8			č	670	1,6	1,6	20	Tfk
CQY46	č, čiré	ø 5			č	650	0,8		20	M
CQY47	č, čiré	ø 5	3	50	č	650	0,8		20	M
CQY54	č, dif.	ø 3	3	50	č	650	0,3—1,6	1,7	20	V, M
CQY61B	č, dif.	ø 5			č	650	1,5		20	M
CQY72	z, dif.	ø 5			z	560	2	2,7	20	Tfk
CQY73	z, dif.	ø 1,8			z	560	2	2,7	20	Tfk
CQY74	ž, dif.	ø 5			ž	590	3	2,4	20	Tfk
CQY75	ž, dif.	ø 1,8			ž	590	3	2,4	20	Tfk
CQY85	č, dif.	ø 3			č	670	1,6—3	1,6	20	Tfk
CQY86	z, dif.	ø 3			z	560	2—4	2,7	20	Tfk
CQY87	ž, dif.	ø 3			ž	590	3—5	2,4	20	Tfk
CQY88	č, dif.	ø 3	3	10	č	650	0,3		5	M
CQY94	z, dif.	ø 5	3	20	z	560	0,7—3	2,1	10	V, M
CQY95	z, dif.	ø 3	3	20	z	560	0,3—1,6	2,1	10	V, M
CQY96	ž, dif.	ø 5	3	20	ž	590	0,7—3	2,1	10	V, M
CQY97	ž, dif.	ø 3	3	20	ž	590	0,3—1,6	2,1	10	V, M
CQYP32	z, dif.	ø 4,2	3	20	z	560	0,8	3,2	20	PLR
CQYP33	ž, dif.	ø 4,2	3	20	ž	590	0,8	3,2	20	PLR
CQYP40	č, dif.	ø 4,2	3	20	č	670	0,4	2	20	PLR
CQYP46	č, dif.	ø 5	5	20	č	670	2	2,5	10	PLR
FLV104	čiré	ø 5			č	650	40 mW/ /sr	2	100	F
FLV110	č, dif.	ø 5			č	650	2	1,7	20	F
FLV111	č, čiré	ø 5			č	650	2	1,7	20	F
FLV112	čiré, dif.	ø 5			č	650	2	1,7	20	F
FLV117	č, dif.	ø 5			č	650	1	1,9	50	F
FLV118	č, bodové	ø 5			č	650	1	1,9	50	F
FLV140	č, dif.	ø 5			č	650	2	1,7	20	F
FLV141	č, bodové	ø 5			č	650	2	1,7	20	F
FLV150	č, dif.	ø 5			č	650	2	1,7	20	F
FLV151	č, bodové	ø 5			č	650	2	1,7	20	F
FLV152	č, bodové	ø 5			č	650	3	1,7	20	F
FLV160	č, dif.	ø 5			č	650	2	1,7	20	F
FLV161	č, bodové	ø 5			č	650	2	1,7	20	F
FLV251	č, bodové	ø 5			č	650	5	2,1	10	F
FLV252	č, bodové	ø 5			č	650	8	2,1	10	F
FLV310	z, dif.	ø 5			z	560	3,2	2,3	20	F
FLV315	z, dif.	ø 5			z	560	2,5	3	20	F
FLV340	z, dif.	ø 5			z	560	3,2	2,3	20	F
FLV341	z, bod.	ø 5			z	560	3,2	2,3	20	F
FLV350	z, dif.	ø 5			z	560	3,2	2,3	20	F
FLV351	z, bodové	ø 5			z	560	3,2	2,3	20	F

Typ	Pouzdro	Průřez [mm]	U_R [V]	I_F [mA]	Barva	λ [nm]	$I_V(L)$ při U_F a I_F [mcd (cd/m²)]	[V]	[mA]	Výrobce
FLV355	z, dif.	ø 5			z	560	2,5	3	20	F
FLV360	z, dif.	ø 5			z	560	3,2	2,3	20	F
FLV365	z, dif.	ø 5			z	560	2,5	3	20	F
FLV410	ž, dif.	ø 5			ž	590	3,2	2,3	20	F
FLV440	ž, dif.	ø 5			ž	590	3,2	2,3	20	F
FLV450	ž, dif.	ø 5			ž	590	3,2	2,3	20	F
FLV460	ž, dif.	ø 5			ž	590	3,2	2,3	20	F
FLV510	č, dif.	ø 5			č	650	3	1,9	10	F
FLV540	č, dif.	ø 5			č	650	3	1,9	10	F
FLV550	č, dif.	ø 5			č	650	3	1,9	10	F
FLV560	č, dif.	ø 5			č	650	3	1,9	10	F
FRL4403	č, dif.	ø 5	5	35	č	650	0,5 –1,2	5		Li
GL56	z, dif.	ø 2,5	3,5	25	z	560	1		20	Li
GL211	z, dif.	ø 3	3	40	z	560	0,8 –1,5		20	Li
GL4484	z, dif.	ø 3	3	40	z	560	1		20	Li
GL4850	z, dif.	ø 5	3,5	60	z	560	1		20	Li
GL4950	z, dif.	ø 5	3,5	60	z	560	1–1,8		20	Li
HLMP0300	č, dif.	2,5× ×7,5		30	č	635	0,8–1	2,5	25	HP
HLMP0301	č, dif.	2,5× ×7,5		30	č	635	1,5 –2,5	2,5	25	HP
HLMP0400	ž, dif.	2,5× ×7,5		30	ž	583	1–1,2	2,5	25	HP
HLMP0401	ž, dif.	2,5× ×7,5		30	ž	583	2–2,5	2,5	25	HP
HLMP0500	z, dif.	2,5× ×7,5		30	z	565	1–1,2	2,5	25	HP
HLMP0501	z, dif.	2,5× ×7,5		30	z	565	1,5–2,5	2,5	25	HP
HLMP1300	č, dif.	ø 3		20	č	635	0,5 –1,5	2,2	10	HP
HLMP1301	č, dif.	ø 3		20	č	635	1–2	2,2	10	HP
HLMP1302	č, dif.	ø 3		20	č	635	2–2,5	2,2	10	HP
HLMP1400	ž, dif.	ø 3		20	ž	583	0,2 –1,5	2,2	10	HP
HLMP1401	ž, dif.	ø 3		20	ž	583	1–2,5	2,2	10	HP
HLMP1402	ž, dif.	ø 3		20	ž	583	2,5–4	2,2	10	HP
HLMP1500	z, dif.	ø 3		30	z	565	0,5 –1,2	2,4	20	HP
HLMP 1501	z,dif.	ø 3		30	z	565	0,8-2	2,4	20	HP
HLMP 1502	z,dif.	ø 3		30	z	565	2-3	2,4	20	HP
HLMP 6203	č,dif.	3(2×2,5)		50	č	655	0,5-1	1,6	10	HP
HLMP 6204	č,dif.	4(2×2,5)		50	č	655	0,5-1	1,6	10	HP
HLMP 6205	č,dif.	5(2×2,5)		50	č	655	0,5-1	1,6	10	HP
HLMP 6600	č	ø 2	15		č	635	1,2-2,6	5	9,5	HP
HLMP 6620	č	ø 2	15		č	635	0,2-0,6	5	3,5	HP
KL101A	ž,bodové	ø 1,8	3		ž	670	(10)	5,5	10	SSSR
KL101B	ž,bodové	ø 1,8	3		ž	670	(15)	5,5	20	SSSR
KL101V	ž,bodové	ø 1,8	3		ž	670	(20)	5,5	40	SSSR
LD30	č,dif.	ø 3	5	100	č	665	0,3-2	1,6	20	S
LD32	č,dif.	ø 3	5	60	č	645	0,8-2	2,4	10	S
LD35	ž,dif.	ø 3	5	60	ž	575	0,6-2,5	2,4	20	S
LD36	ž,dif.	ø 3	5	60	ž	590	0,6-1,6	2,4	10	S
LD37	z,dif.	ø 3	5	60	z	560	0,5-3,2	2,4	20	S
LD41	č,dif.	ø 5	5	100	č	665	0,3-2	1,6	20	S
LD50	č	ø 5	5	100	č	665	1-3,2	1,6	20	S
LD52	č,dif.	ø 5	5	60	č	645	0,8-2,4	2,4	10	S
LD55	ž,dif.	ø 5	5	60	ž	575	0,8-6	2,4	20	S
LD56	ž,dif.	ø 5	5	60	ž	590	0,6-2	2,4	10	S
LD57	z,dif.	ø 5	5	60	z	560	0,6-4	2,4	20	S
LD80	č,dif.	5×2,5	5	100	č	665	0,6-2	1,6	20	S
LD82	č,dif.	5×2,5	5	60	č	645	0,6-2	2,4	20	S
LD86	ž,dif.	5×2,5	5	60	ž	590	0,6-2	2,4	20	S
LD87	z,dif.	5×2,5	5	60	z	560	0,6-2	2,4	20	S
LD121	č,dif.	1×1	5	15	č	645	0,63	2,4	10	S
LD161	ž,čiré	1×1	5	15	ž	590	0,63	2,4	10	S

Typ	Pouzdro	Průřez [mm]	U_R [V]	I_F [mA]	Barva	λ [nm]	$I_V(L)$ při U_F a I_F [mcd (cd/m²)]	[V]	[mA]	Výrobce
LD171	z,čiré	1×1	5	15	z	560	0,63	2,4	10	S
LD460 -469	řádek 1-10	ø 2,5	5	35	č	665	0,6	1,6	20	S
LD470 -479	řádek 1-10	ø 2,5	5	25	z	560	0,6	2,4	20	S
LD480 -489	řádek 1-10	ø 2,5	5	25	ž	590	0,6	2,4	20	S
LD491	ž,dif.	ø 2,5	5	25	ž	590	0,6	2,4	20	S
LQ100	č,čiré	ø 4,3	3	50	č	660	0,2-0,8	1,7	20	TESLA
LQ1101	č,čiré	ø 4	5	30	č	660	1	1,7	20	TESLA
LQ1102	č,dif.	ø 4	5	30	č	660	0,8	1,7	20	TESLA
LQ1103	b,čiré	ø 4	5	30	č	660	1	1,7	20	TESLA
LQ1104	b,dif.	ø 4	5	30	č	660	0,8	1,7	20	TESLA
LQ1111	č,čiré	ø 5	5	30	č	660	1	1,7	20	TESLA
LQ1112	č,dif.	ø 5	5	30	č	660	0,8	1,7	20	TESLA
LQ1113	b,čiré	ø 5	5	30	č	660	1	1,7	20	TESLA
LQ1114	b,dif.	ø 5	5	30	č	660	0,8	1,7	20	TESLA
LQ1121	č,čiré	ø 5	5	30	č	660	1	1,7	20	TESLA
LQ1122	č,dif.	ø 5	5	30	č	660	0,8	1,7	20	TESLA
LQ1123	b,čiré	ø 5	5	30	č	660	1	1,7	20	TESLA
LQ1124	b,dif.	ø 5	5	30	č	660	0,8	1,7	20	TESLA
LQ1131	b,čiré	ø 5	5	40	č	660	1,3	1,7	20	TESLA
LQ1132	č,dif.	ø 5	5	40	č	660	0,8	1,7	20	TESLA
LQ1133	b,čiré	ø 5	5	40	č	660	1,3	1,7	20	TESLA
LQ1134	b,dif.	ø 5	5	40	č	660	0,8	1,7	20	TESLA
LQ1202	č,dif.	5×2,5	5	40	č	660	0,6	1,7	20	TESLA
LQ1204	b,dif.	5×2,5	5	40	č	660	0,6	1,7	20	TESLA
LQ1212	č,dif.	5×2,5	5	40	č	660	0,6	1,7	20	TESLA
LQ1214	b,dif.	5×2,5	5	40	č	660	0,6	1,7	20	TESLA
LQ1401	ž,čiré	ø 4	5	30	ž	587	0,9	2,5	20	TESLA
LQ1402	ž,dif.	ø 4	5	30	ž	587	0,6	2,5	20	TESLA
LQ1403	b,čiré	ø 4	5	30	ž	587	0,9	2,5	20	TESLA
LQ1404	b,dif.	ø 4	5	30	ž	587	0,6	2,5	20	TESLA
LQ1411	ž,čiré	ø 5	5	30	ž	587	0,9	2,5	20	TESLA
LQ1412	ž,dif.	ø 5	5	30	ž	587	0,6	2,5	20	TESLA
LQ1413	b,čiré	ø 5	5	30	ž	587	0,9	2,5	20	TESLA
LQ1414	b,dif.	ø 5	5	30	ž	587	0,6	2,5	20	TESLA
LQ1421	ž,čiré	ø 5	5	30	ž	587	0,9	2,5	20	TESLA
LQ1422	ž,dif.	ø 5	5	30	ž	587	0,6	2,5	20	TESLA
LQ1423	b,čiré	ø 5	5	30	ž	587	0,9	2,5	20	TESLA
LQ1424	b,dif.	ø 5	5	30	ž	587	0,6	2,5	20	TESLA
LQ1431	ž,čiré	ø 5	5	35	ž	587	1	2,5	20	TESLA
LQ1432	ž,dif.	ø 5	5	35	ž	587	0,8	2,5	20	TESLA
LQ1433	b,čiré	ø 5	5	35	ž	587	1	2,5	20	TESLA
LQ1434	b,dif.	ø 5	5	35	ž	587	0,8	2,5	20	TESLA
LQ1502	ž,dif.	5×2,5	5	35	ž	587	0,6	2,5	20	TESLA
LQ1504	b,dif.	5×2,5	5	35	ž	587	0,6	2,5	20	TESLA
LQ1512	ž,dif.	5×2,5	5	35	ž	587	0,6	2,5	20	TESLA
LQ1514	b,dif.	5×2,5	5	35	ž	587	0,6	2,5	20	TESLA
LQ1701	z,čiré	ø 4	5	30	z	565	0,8	3	20	TESLA
LQ1702	z,dif.	ø 4	5	30	z	565	0,5	3	20	TESLA
LQ1703	b,čiré	ø 4	5	30	z	565	0,8	3	20	TESLA
LQ1704	b,dif.	ø 4	5	30	z	565	0,5	3	20	TESLA
LQ1711	z,čiré	ø 5	5	30	z	565	0,8	3	20	TESLA
LQ1712	z,dif.	ø 5	5	30	z	565	0,5	3	20	TESLA
LQ1713	b,čiré	ø 5	5	30	z	565	0,8	3	20	TESLA
LQ1714	b,dif.	ø 5	5	30	z	565	0,5	3	20	TESLA
LQ1721	z,čiré	ø 5	5	30	z	565	0,8	3	20	TESLA
LQ1722	z,dif.	ø 5	5	30	z	565	0,5	3	20	TESLA
LQ1723	b,čiré	ø 5	5	30	z	565	0,8	3	20	TESLA
LQ1724	b,dif.	ø 5	5	30	z	565	0,5	3	20	TESLA
LQ1731	z,čiré	ø 5	5	35	z	565	2,5	3	20	TESLA
LQ1732	z,dif.	ø 5	5	35	z	565	2	3	20	TESLA
LQ1733	b,čiré	ø 5	5	35	z	565	2,5	3	20	TESLA
L21734	b,dif.	ø 5	5	35	z	565	2	3	20	TESLA
LQ1802	z,dif.	5×2,5	5	35	z	565	0,6	3	20	TESLA
LQ1804	b,dif.	5×2,5	5	35	z	565	0,6	3	20	TESLA
LQ1812	z,dif.	5×2,5	5	35	z	565	0,6	3	20	TESLA
LQ1814	b,dif.	5×2,5	5	35	z	565	0,6	3	20	TESLA
LQ2134	b,dif.	ø 5	5	35	z,č	565/ 660	1/0,8	3/1,7	20	TESLA
MIL31	č,dif.	ø 3			č	660	0,5	2	20	ME
MIL32	č,čiré	ø 3			č	660	0,5	2	20	ME
MIL38	b,čiré	ø 3			č	660	0,5	2	20	ME
MIL39	b,difuz.	ø 3			č	660	0,5	2	20	ME
MIL51	č,dif.	ø 5			č	660	0,5	2	20	ME
MIL52	č,čiré	ø 5			č	660	0,5	2	20	ME
MIL58	b,čiré	ø 5			č	660	0,5	2	20	ME
MIL59	b,dif.	ø 5			č	660	0,5	2	20	ME
MIL317	č,dif.	ø 3			č	660	2	2	20	ME
MIL327	č,čiré	ø 3			č	660	2	2	20	ME
MIL387	b,čiré	ø 3			č	660	2	2	20	ME

Typ	Pouzdro	Průřez [mm]	U_R [V]	I_F [mA]	Barva	λ [nm]	I_V(L) při U_F a I_F [mcd (cd/m²)]	[V]	[mA]	Výrobce
MIL397	b,dif.	ø 3			č	660	2	2	20	ME
MIL517	č,dif.	ø 5			č	660	2	2	20	ME
MIL527	č,čiré	ø 5			č	660	2	2	20	ME
MIL587	b,čiré	ø 5			č	660	2	2	20	ME
MIL597	b,dif.	ø 5			č	660	2	2	20	ME
MIL3231	z,dif.	ø 3			z	565	0,8	3	20	ME
MIL3232	z,čiré	ø 3			z	565	0,8	3	20	ME
MIL3238	b,čiré	ø 3			z	565	0,8	3	20	ME
MIL3239	b,dif.	ø 3			z	565	0,8	3	20	ME
MIL3331	ž,dif.	ø 3			ž	585	0,8	3	20	ME
MIL3332	ž,čiré	ø 3			ž	585	0,8	3	20	ME
MIL3338	b,čiré	ø 3			ž	585	0,8	3	20	ME
MIL3339	b,dif.	ø 3			ž	585	0,8	3	20	ME
MIL3431	o,dif.	ø 3			o	635	0,8	3	20	ME
MIL3432	o,čiré	ø 3			o	635	0,8	3	20	ME
MIL3438	b,čiré	ø 3			o	635	0,8	3	20	ME
MIL3439	b,dif.	ø 3			o	635	0,8	3	20	ME
MIL5251	z,dif.	ø 5			z	565	0,8	3	20	ME
MIL5252	z,čiré	ø 5			z	565	0,8	3	20	ME
MIL5258	b,čiré	ø 5			z	565	0,8	3	20	ME
MIL5259	b,dif.	ø 5			z	565	0,8	3	20	ME
MIL5352	ž,dif.	ø 5			ž	585	0,8	3	20	ME
MIL5352	ž,čiré	ø 5			ž	585	0,8	3	20	ME
MIL5358	b,čiré	ø 5			ž	585	0,8	3	20	ME
MIL5359	b,dif.	ø 5			ž	585	0,8	3	20	ME
MIL5451	o,dif.	ø 5			o	635	0,8	3	20	ME
MIL5452	o,čiré	ø 5			o	635	0,8	3	20	ME
MIL5458	b,čiré	ø 5			o	635	0,8	3	20	ME
MIL5459	b,dif.	ø 5			o	635	0,8	3	20	ME
MV10B	č,čiré	ø 5	5	70	č	660	0,8	1,7	10	GI
MV50	č,čiré	ø 1,8	5	40	č	660	0,5-1,4	1,7	20	GI
MV52	z,čiré	ø 1,8	5	35	z	565	0,2-1	2,2	20	GI
MV53	ž,čiré	ø 1,8	5	35	ž	589	0,2-1	2,1	20	GI
MV54	č,dif.	ø 1,8	5	40	č	660	0,4-1	1,7	20	GI
MV55A	č,čiré	ø 1,8	5	35	č	635	2	2,7	20	GI
MV5020	č,čiré	ø 3	5	100	č	660	0,6-2	1,7	20	GI
MV5021	b,dif.	ø 3	5	100	č	660	0,5-1,6	1,7	20	GI
MV5022	č,čiré	ø 3	5	100	č	660	0,6-1,6	1,7	20	GI
MV5023	č,dif.	ø 3	5	100	č	660	0,4-1,6	1,7	20	GI
MV5024	č,dif.	ø 3	5	100	č	660	0,9-3	1,7	20	GI
MV5025	č,dif.	ø 3	5	100	č	660	0,1-0,4	1,7	20	GI
MV5026	č,dif.	ø 3	5	100	č	660	0,1-0,6	1,7	20	GI
MV5050	čiré	ø 5	5	100	č	670	0,5-2	1,7	20	GI,F
MV5051	dif.	ø 5	5	100	č	670	0,4-1,6	1,7	20	GI,F
MV5052	č,čiré	ø 5	5	100	č	670	0,7-2	1,7	20	GI,F
MV5053	č,dif.	ø 5	5	100	č	670	0,5-1,6	1,7	20	GI,F
MV5054	č,dif.	ø 5	5	100	č	670	1-4	1,8	10	GI,F
MV5055	č,dif.	ø 5	5	100	č	670	0,1-0,6	1,7	20	GI
MV5056	č,dif.	ø 5	5	100	č	670	0,2-0,8	1,7	20	GI
MV5074	č	ø 3	5	50	č	660	0,7-2,5	1,7	20	GI
MV5075	č	ø 3	5	50	č	660	0,6-1,6	1,7	20	GI
MV5077	č	ø 3	5	50	č	660	0,3-1,8	1,7	20	GI
MV5094	č	ø 3	5	70	č	660	0,8	1,6	20	GI
MV5152	o,čiré	ø 5	5	35	o	635	17-40	2	20	GI,F
MV5153	o,dif.	ø5	5	35	o	635	3-6	2	20	GI,F
MV5154	o,dif.	ø 5	5	35	o	635	3-8	2	20	GI,F
MV5174	o,dif.	ø 3	5	35	o	635	1,5-5	2	20	GI
MV5177	o,dif.	ø 3	5	35	o	635	1-3	2	20	GI
MV5252	z,čiré	ø 5	5	35	z	565	2-15	2,2	20	GI,F
MV5253	z,dif.	ø 5	5	35	z	565	0,8-1,5	2,2	20	GI,F
MV5254	z,dif.	ø 5	5	35	z	565	0,9-3	2,2	20	GI,F
MV5274	z,dif.	ø 3	5	35	z	565	0,4-1	2,2	20	GI
MV5277	z,dif.	ø 3	5	35	z	565	0,2-0,6	2,2	20	GI
MV5352	ž,čiré	ø 5	5	35	ž	585	10-45	2,1	20	GI,F
MV5353	ž,dif.	ø 5	5	35	ž	585	2,5-6	2,1	20	GI,F
MV5354	ž,dif.	ø 5	5	35	ž	585	3-10	2,1	20	GI,F
MV5374	ž,dif.	ø 3	5	35	ž	585	1,5-4	2,1	20	GI
MV5377	ž,dif.	ø 3	5	35	ž	585	1-2	2,1	20	GI
MV5491	č,z,čiré	ø 3	5	70/35	č,z	660/560	1,5/0,5	2,2	20	GI
MV5752	č,čiré	ø 5	5	35	č	17-40	635	2	20	GI,F
MV5753	č,dif.	ø 5	5	35	č	635	3-6	2	20	GI,F
MV5754	č,dif.	ø 5	5	35	č	635	3-8	2	20	GI,F
MV5774	č,dif.	ø 3	5	35	č	635	1,5-5	2	20	GI
MV5777	č,dif.	ø 3	5	35	č	635	1-3	2	20	GI
MV50152	č,čiré	ø 5	5	100	č	660	0,6-2	1,6	10	GI
MV50154	č,dif.	ø 5	5	100	č	660	0,4-1,5	1,6	10	GI
MV52124	z,dif.	6,4×3,8	5	35	z	565	1-3	2	20	GI
MV52152	z,čiré	ø 5	5	35	z	565	0,75-2	2,2	10	GI
MV52154	z,dif.	ø 5	5	35	z	565	0,5-1,5	2,2	10	GI
MV53124	ž,dif.	6,4×3,8	5	35	ž	585	1-4	2	20	GI
MV53152	ž,čiré	ø 5	5	35	ž	585	3-5	2,1	10	GI

Typ	Pouzdro	Průřez [mm]	U_R [V]	I_F [mA]	Barva	λ [nm]	I_V(L) při U_F a I_F [mcd (cd/m²)]	[V]	[mA]	Výrobce
MV53154	ž,dif.	ø 5	5	35	ž	585	1,5-3	2,1	10	GI
MV57124	č,dif.	6,4×3,8	5	35	č	635	1-4	2	20	GI
MV57152	č,čiré	ø 5	5	35	č	630	4-8	2	10	GI
MV57154	č,dif.	ø 5	5	35	č	630	2-4	2	10	GI
MV57164	č,dif.	10(5×1,8)	5	30	č	630	0,51	2,5	10	GI
MV57173	č,dif.	12,5×6,3	6	35	č	635	4,5	2	20	GI
OL30	o,dif.	ø 5		100	o		0,8-1,2	1,7	20	Li
OL31	o,dif.	ø 3		40	o		0,3-0,8	1,7	20	Li
OLD324	z,dif.	ø 4,2	4	30	z	560	(150)	2,2	30	OKI
OLD325	z,dif.	ø 3,2	4	20	z	560	(100)	2,1	20	OKI
OLD329	z,dif.	ø 4,5	4	30	z	560	(100)	2,1	30	OKI
OLD412	č,dif.	ø 4,7	4	30	č	660	35 uW	1,9	50	OKI
OLD414	č,dif.	ø 4,2	4	30	č	660	(250)	1,6	10	OKI
OLD415	č,dif.	ø 3	4	10	č	660	(500)	1,6	10	OKI
OLD416	č,dif.	3,2×2,2	3	8	č	660	(400)	1,6	8	OKI
OLD419	č,dif.	ø 4,5	4	20	č	660	35 uW	1,7	20	OKI
RL2	č,dif.	ø 4		100	č		1,2	1,6	20	Li
RL20,21	č,dif.	ø 5		100	č		0,8-1,2	1,6	20	Li
RL50	č,dif.	ø 1,8		40	č		0,3-0,8	1,6	20	Li
RL54	č,dif.	ø 1,8		40	č		0,8	1,6	20	Li
RL55	č,dif.	ø 2,8		40	č		0,8	1,6	20	Li
RL209	č,dif.	ø 3		40	č		0,3-2,4	1,6	20	Li
RL2000	č,dif.	ø 4,8		100	č		2-3,5	1,6	20	Li
RL4403	č,dif.	ø 4,8		100	č		0,8-1,2	1,6	20	Li
RL4415	č,dif.	ø 4,8		100	č		0,8-1,2	1,6	20	Li
RL4480	č,dif.	ø 3		40	č		0,3-2,5	1,6	20	Li
RL4484	č,dif.	ø 3		40	č		0,8	1,6	20	Li
RL4850	č,dif.	ø 4,8		100	č		0,8	1,6	20	Li
RL5054	č,dif.	ø 4,8		100	č		0,5-3	1,6	10	Li
RLC200	č,dif.	ø 4,8	4-12		č		0,8-1,2	6		Li
RLC201	č,dif.	ø 4,8	4-16		č		0,4-0,7	6		Li
RLC210	č,dif.	ø 3	4-11		č		0,1-0,6	6		Li
RLC410	č,dif.	ø 3	4,5		č		0,4-0,8	3		Li
RLT1	č,čiré	ø 3		40	č		0,3-0,8	1,6	20	Li
TIL209B	č,dif.	ø 6	3	40	č	650	0,5-1,3	1,6	20	TI
TIL212	ž,dif.	ø 3	5	50	ž	580	0,8-2,1	3,2	20	TI
TIL216	č,dif.	ø 3	5	50	č	620	1,3-3,5	3,2	20	TI
TIL220	č,dif.	ø 4,8	3	50	č	650	0,5-1,5	1,6	20	TI
TIL221	č,dif.	ø 4,8	3	50	č	650	1,3-3,5	1,6	20	TI
TIL224	ž,dif.	ø 4,8	5	50	ž	580	2,1-6	3,2	20	TI
TIL227	ž,dif.	ø 4,8	5	50	ž	580	6-15	3,2	20	TI
TIL228	č,dif.	ø 4,8	5	50	č	620	2,1-6	3,2	20	TI
TIL231	č	ø 4,8	5	50	č	620	6-15	3,2	20	TI
TIL232	z,dif.	ø 3	5	50	z	560	0,5-1,3	3,2	20	TI
TIL234	z,dif.	ø 4,8	5	50	z	560	0,8-2,1	3,2	20	TI
TI236	z	ø 4,8	5	50	z	560	6-15	3,2	20	TI
TIL261 -270	řádek 1-10	ø 2	3	40	č	650	0,5	1,6	20	TI
TIL271 -280	řádek 1-10	ø 2	3	30	z	565	0,5	2,4	20	TI
TIL281 -290	řádek 1-10	ø 2	3	30	ž	580	0,5	2,4	20	TI
V168	č,dif.	ø 5			č	670	3	1,6	20	Tfk
V169	z,dif.	ø 5			z	560	4	2,7	20	Tfk
V170	ž,dif.	ø 5			ž	590	5	2,4	20	Tfk
VQA10	č,dif.	ø 5	5	50	č	635	0,4-3		10	NDR
VQA13	bílé dif.	ø 5	5	50	č	660	0,4-2,5	1,8	20	NDR
VQA13-1	č,dif.	ø 5	5	50	č	660	0,4-4	1,8	20	NDR
VQA14	č,dif.	5×2,5			č	635	0,4-2		20	NDR
VQA15	bílé čiré	2,3×2,3	5	50	č	660	0,4-0,9	1,8	20	NDR
VQA16	č,čiré	ø 5			č	635	2-10		20	NDR
VQA17	č,dif.	ø 3			č	635	0,4-2		20	NDR
VQA18	č,dif.	5×2			č	635	0,4-2		20	NDR
VQA23	z,dif.	ø 5	5	50	z	565	0,4-4	3	20	NDR
VQA24	z,dif.	5×2,5			z	565	0,4-2		20	NDR
VQA25	z,čiré	2,3×2,3	5	30	z	565	0,4-3	3	20	NDR
VQA26	z,čiré	ø 5			z	565	2-10		20	NDR
VQA27	z,dif.	ø 3			z	565	0,4-2		20	NDR
VQA28	z,dif.	2×5			z	565	0,4-2		20	NDR
VQA33	ž,dif.	ø 5	5	50	ž	587	0,4-4	2,5	20	NDR
VQA34	ž,dif.	5×2,5			ž	590	0,4-2		20	NDR
VQA35	ž,čiré	2,3×2,3	5	30	ž	587	0,4-3	2,5	20	NDR
VQA36	ž,čiré	ø 5			ž	590	2-10		20	NDR
VQA37	ž,dif.	ø 3			ž	590	0,4-2		20	NDR
VQA38	ž,dif.	5×2			ž	590	0,4-2		20	NDR
VQA46	o,čiré	ø 5			o	610	2-10		20	NDR
VQA47	o,dif.	ø 3			o	610	0,4-2		20	NDR
YL56	ž,dif.	ø 2,8		25	ž		2	2,5	20	Li
YI212	ž,dif.	ø 3		40	ž		1-1,8	2,5	10	Li
YL4484	ž,dif.	ø 3		40	ž		2	2,5	10	Li
YL4550	ž,dif.	ø 5		60	ž		1-1,8	2,5	10	Li

Typ	Pouzdro	Průřez [mm]	U_R [V]	I_F [mA]	Barva	λ [nm]	I_V(L) při U_F a I_F [mcd (cd/m²)]	[V]	[mA]	Výrobce
YL4850	ž,dif.	ø 5		60	ž		1,6	2,5	20	Li
2L101A	ž,čiré	2,1×2,1	3		ž	670	(10)	5	10	SSSR
2L101B	ž,čiré	2,1×2,1	3		ž	670	(15)	5	20	SSSR
1N5765	č,dif.	ø 4,8	4	50	č	655	0,5-1	1,6	20	HP
1N6092	č,dif.	ø 4,8	5	35	č	635	1-2,5	2	20	HP
1N6093	ž,dif.	ø 4,8	5	35	ž	583	1-2,5	2	20	HP
1N6094	z,dif.	ø 4,8	5	35	z	565	0,8-1,6	2,1	20	HP
3L102A	č,čiré	ø 4	2	20	č	690	0,02	3	5	SSSR
3L102B	č,čiré	ø 4	2	20	č	690	0,1	3	10	SSSR
3L102V	z,čiré	ø 4	2	22	z	530	0,25	2,8	20	SSSR
3L102G	č,čiré	ø 4	2	20	č	690	0,06	3	10	SSSR
3L102D	č,čiré	ø 4	2	20	č	690	0,2	3	10	SSSR
3L317A	č,dif.	5(1,6×0,5)	2	12	č	665	0,16	2	10	SSSR
3L317B	řádek 1-5	1,6×0,5		12	č	665	0,35	2	10	SSSR
3L317V	řádek 1-5	1,6×0,5		12	z	568	0,08	3	10	SSSR
3L317G	řádek 1-5	1,6×0,5		12	z	568	0,16	3	10	SSSR
3L317D	řádek 1-5	1,6×0,5		12	z	568	0,32	3	10	SSSR
3L341A	č,dif.	ø 4,6	2	20	č	700	0,15	2,8	10	SSSR
3L341B	č,dif.	ø 4,6	2	20	č	700	0,05	2,8	10	SSSR
3L341V	z,dif.	ø 4,6	2	22	z	555	0,15	2,8	10	SSSR
3L341G	z,dif.	ø 4,6	2	22	z	555	0,05	2,8	10	SSSR
3L341D	ž,dif.	ø 4,6	2	22	ž	550-700	0,15	2,8	10	SSSR
3L341E	ž,dif.	ø 4,6	2	22	ž	550-700	0,5	2,8	10	SSSR
3L343A5	100 diod	8,2×3,5	3	20	č	690	5	2	1	SSSR
3LS345A	řádek 1-8	1,5×0,4	4		č	670	0,3	2,2	10	SSSR
5082-4100	č,dif.	2,2×2,2	3	50	č	655	0,7	1,6	10	HP
5082-4101	č,dif.	2,2×2,2	3	50	č	655	0,5-1	1,6	10	HP
5082-4160	č,dif.	2,2×2,2	5	20	č	635	1-3	2,2	10	HP
5082-4150	ž,dif.	2,2×2,2	5	20	ž	583	1-2	2,2	10	HP
5082-4190	z,dif.	2,2×2,2	5	20	z	565	0,8-1,5	2,4	10	HP
5082-4403	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	0,8-1,2	1,6	20	HP
5082-4415	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	0,8-1,2	1,6	20	HP
5082-4420	č,dif.	ø 4,8	4	50	č	655	0,5-1	1,6	20	HP
5082-4440	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	0,3-0,7	1,6	20	HP
5082-4444	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	0,3-0,7	1,6	20	HP
5082-4468	č,čiré	ø 3,2	7		č	655	0,3-0,8	5		HP
5082-4480	č,dif.	ø 3	3	50	č	655	0,3-0,8	1,6	20	HP
5082-4483	č,dif.	ø 3	3	50	č	655	0,3-0,8	1,6	20	HP
5082-4484	č,dif.	ø 3	3	50	č	655	0,8	1,6	20	HP
5082-4486	č,čiré	ø 3	3	50	č	655	0,3-0,8	1,6	20	HP
5082-4487	č,čiré	ø 2,7	3	50	č	655	0,8	1,6	20	HP
5082-4488	č,čiré	ø 2,7	3	50	č	655	0,3-0,8	1,6	20	HP
5082-4494	č,dif.	ø 3	3	50	č	655	0,8-1,4	1,6	20	HP
5082-4520	ž,dif.	ø 4,8	5	35	ž	583	1-2,5	2	20	HP
5082-4550	ž,dif.	ø 5	5	20	ž	583	1-1,8	2,2	10	HP
5082-4555	ž,dif.	ø 5	5	20	ž	583	2,2-3	2,2	10	HP
5082-4557	ž	ø 5	5	20	ž	583	6-9	2,2	10	HP
5082-4558	ž	ø 5	5	20	ž	583	12-16	2,2	10	HP
5082-4570	ž	7,5×2,5	5	30	ž	583	1-1,5	2,2	15	HP
5082-4584	ž,dif.	ø 3	5	20	ž	583	1-2,5	2,2	10	HP
5082-4590	ž,dif.	ø 5	5	20	ž	583	1,5-3,5	2,2	10	HP
5082-4592	ž,dif.	ø 5	5	20	ž	583	4,5-6	2,2	10	HP
5082-4595	ž,čiré	ø 5	5	20	ž	583	4-6,5	2,2	10	HP
5082-4597	ž,čiré	ø 5	5	20	ž	583	8-11	2,2	10	HP
5082-4620	č,dif.	ø 4,8	5	35	č	635	1-2,5	3	20	HP
5082-4650	č,dif.	ø 5	5	20	č	635	1-2	2,2	10	HP
5082-4655	č,dif.	ø 5	5	20	č	635	3-4	2,2	10	HP
5082-4657	č,čiré	ø 5	5	20	č	635	9-12	2,2	10	HP
5082-4658	č,čiré	ø 5	5	20	č	635	15-24	2,2	10	HP
5082-4670	č,čiré	7,5×2,5	5	30	č	635	0,8-1,5	2,2	15	HP
5082-4684	č,dif.	ø 3	5	20	č	635	1-2	2,2	10	HP
5082-4690	č,dif.	ø 5	3	20	č	635	1,5-3,5	2,2	10	HP
5082-4693	č,dif.	ø 5	3	20	č	635	5-7	2,2	10	HP
5082-4694	č,čiré	ø 5	3	20	č	635	4-8	2,2	10	HP
5082-4695	č,čiré	ø 5	3	20	č	635	8-11	2,2	10	HP
5082-4732	č,dif.	ø 4	3	20	č	655	0,3-0,7	2,75		HP
5082-4790	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	0,8-1,2	1,6	20	HP
5082-4791	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	1,6-2,5	1,6	20	HP
5082-4850	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	0,8	1,6	20	HP
5082-4855	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	0,8-1,4	1,6	20	HP
5082-4860	č,dif.	ø 5	7		č	655	0,3-0,8	5		HP
5082-4880	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	0,5-0,8	1,6	20	HP
5082-4881	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	1-1,3	1,6	20	HP
5082-4882	č,dif.	ø 5	3	50	č	655	1,6-1,8	1,6	20	HP
5082-4883	čiré	ø 5	3	50	č	655	0,5-0,8	1,6	20	HP
5082-4884	čiré	ø 5	3	50	č	655	1-1,3	1,6	20	HP
5082-4885	čiré	ø 5	3	50	č	655	1,6-1,8	1,6	20	HP
5082-4886	čiré, dif.	ø 5	3	50	č	655	0,5-0,8	1,6	20	HP
5082-4887	čiré,dif.	ø 5	3	50	č	655	1-1,3	1,6	20	HP
5082-4888	čiré,dif.	ø 5	3	50	č	655	1,6-1,8	1,6	20	HP
5082-4920	z,dif.	ø 4,8	5	35	z	565	0,8-1,6	2,1	20	HP
5082-4950	z,dif.	ø 5	5	30	z	565	1-1,8	2,4	20	HP
5082-4955	z,dif.	ø 5	5	30	z	565	2,2-3	2,4	20	HP
5082-4957	z,čiré	ø 5	5	30	z	565	6-9	2,4	HP	
5082-4958	z,čiré	ø 5	5	30	z	565	12-16	2,4	20	HP
5082-4970	z,čiré	7,5×2,5	5	30	z	565	1-1,5	2,5	20	HP
5082-4984	z,dif.	ø 3	5	30	z	565	0,8-2	2,4	20	HP
5082-4990	z,dif.	ø 5	5	30	z	565	2-4,5	2,4	20	HP
5082-4992	z,dif.	ø 5	5	30	z	565	6-7,5	2,4	20	HP
5082-4995	z,čiré	ø 5	5	30	z	565	3,5-6,5	2,4	20	HP
5082-4997	z,čiré	ø 5	5	30	z	565	8-11	2,4	20	HP